Aus dem Städtischen Schlachthof Gießen.
Direktor: Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Heller.

Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration verschiedener Organe und Gewebe des Rindes.

Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der veterinär-medizinischen Fakultät

der Ludwigs-Universität

zu Gießen

vorgelegt von

Werner Schäfer
Tierarzt aus Wanne-Eickel.

Gießen 1938
Buchdruckerei Richard Glagow, Gießen, Schottstraße 2

Aus dem Städtischen Schlachthof Gießen.
Direktor: Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller.

Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration verschiedener Organe und Gewebe des Rindes.

Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der veterinär-medizinischen Fakultät

der Ludwigs-Universität

zu Gießen

vorgelegt von

Werner Schäfer

Tierarzt aus Wanne-Eickel.

Gießen 1938

Buchdruckerei Richard Glagow, Gießen, Schottstraße 2

Gedruckt mit Genehmigung der veterinär-medizinischen Fakultät zu Gießen.

Referenten: Dozent Dr. med. vet. habil. Keller.
Professor Dr. Krause.

Inhaltsübersicht.

A. Einleitung.

Da nach statistischen Ermittlungen etwa 10 % der von Tieren stammenden Nahrungsmittel alljährlich durch vorzeitige Verderbnis der menschlichen Ernährung verloren gehen, gehört es gerade heute zu den vordringlichsten Aufgaben nach Methoden zu suchen, die uns in die Lage setzen, diesem Verlust ernährungswirtschaftlich wichtigster Stoffe wirksam zu steuern.

Besonders für die Feststellung der Fäulnis mangelt es an Verfahren, die eine möglichst rechtzeitige, exakte Erkennung dieses Zersetzungsprozesses ermöglichen. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die unzulänglichen subjektiven Untersuchungsmethoden durch wissenschaftlich genaue objektive zu ersetzen. Leider ist es aber bisher noch nicht gelungen, diesen komplexen Prozeß, der durch das Wechselspiel zwischen seinen einzelnen Komponenten noch kompliziert werden kann, durch eine praktisch geeignete Methode vollkommen zu erfassen. In neuerer Zeit suchte man nun insbesondere von tschechischer und holländischer Seite aus durch die Klärung eines, wie es wenigstens anfänglich schien, übergeordneten Faktors, der Wasserstoffionenkonzentration, die bis dahin bekannten bakteriologischen und chemischen Verfahren zu ergänzen. Während in den bis jetzt hierüber vorliegenden Arbeiten fast ausschließlich das Verhalten dieses Wertes in der Muskulatur geprüft wurde, sollte es meine Aufgabe sein, Herz, Lunge, Milz, Niere und Leber des Rindes nach dieser Seite hin zu untersuchen und daneben wegen allgemeinwissenschaftlichen Interesses die pH-Werte einiger anderer Organe und Gewebe zu prüfen.

B. Schrifttum.

1. Die Wasserstoffionenkonzentration der Muskulatur.

Der Tscheche Andrjewski betont bei der Ausarbeitung eines objektiven Verfahrens zur Feststellung der Fleischzersetzung, das möglichst viele Faktoren dieses Vorganges erfassen soll, die besondere Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration. Fleisch, das einen pH-Wert von 6,5 und darüber aufweist, bezeichnet er als verdorben. Daneben stellt er heraus, daß längerer Transport und verschiedene Erkrankungen der Schlachttiere das Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration ihrer Muskulatur post mortem in gewisser Weise beeinflussen.

Meßner, der die Angaben des Vorgenannten im Auftrage des tschechischen Landwirtschaftsministeriums nachprüft, hält die pH-Messung für ein brauchbares Hilfsmittel zum Nachweis der beginnenden Fäulnis im Fleisch gesunder Tiere; sie gibt nach seiner Ansicht einen früheren Hinweis als alle anderen Methoden.

Makaritscheff greift auf die Untersuchungen von Andrjewski zurück und bestätigt dessen Erkenntnisse, wobei er auch, ebenso wie sein Vorgänger, den Einfluß der Temperatur auf die Reifungsprozesse des Fleisches und damit auf seinen pH-Wert prüft.

Nach Lenfelds Meinung sind die bakteriologische Untersuchung und die Messung des pH die wertvollsten Hilfsmittel einer exakten Fleischtauglichkeitsprüfung. Die bakteriologische Untersuchung soll dabei einen Einblick in die spezifische oder saprophytische Mikroflora vermitteln und die Feststellung des pH-Wertes einen objektiven Maßstab für die eigentliche Zersetzung der Substanz geben. Er verlangt, daß man Fleisch, das postmortal keine saure Reaktion angenommen hat, mit größter Aufmerksamkeit beachtet.

Auch Walkiewicz hält die pH-Bestimmung für eine der maßgebendsten Methoden zum Nachweis der fauligen Fleischzersetzung. Er weist jedoch gleichzeitig darauf hin, daß eine richtige Auswertung

der pH-Untersuchung nur dann möglich ist, wenn die Zeit seit der Schlachtung und die Aufbewahrungsbedingungen der untersuchten Teile bekannt sind. Außerdem hält er noch eine Ergänzung dieses Verfahrens durch eine Probe mit Sublimatreagenzien für angeraten.

Postma weist auf das unterschiedliche Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration in verschiedenen Muskeln hin und stellt fest, daß zwischen Keimgehalt und pH-Zahl keinerlei Correlationen bestehen.

Der Holländer Fooy kommt bei seinen Untersuchungen zu der Erkenntnis, daß man bereits ein pH von 6,2 als Grenzwert für den Beginn der Fleischfäulnis annehmen muß, da bei pH 6,4 dieselbe auch schon organoleptisch nachzuweisen sei. Eine merkliche Hemmung des Wachstums der Fleischvergifter kommt nach dem Vorgenannten erst bei einem pH-Wert, der unter 5,0 liegt, in Frage; während auf Grund der Angaben von Hof die Haltbarkeitsgrenze des Maul- und Klauenseuchevirus bereits bei 6,0 zu finden ist und für ein „üppiges und giftiges Wachstum" des Bacillus botulinus nach von Ostertag ein gewisser Grad von Alkaleszenz vorhanden sein muß. Robella (zit. nach v. Ostertag) unterscheidet deshalb sogar zwischen einer alkalischen giftigen und einer sauren ungiftigen Fäulnis.

Fooys Landsmann Schoon ist der Ansicht, daß die Wasserstoffionenkonzentration des Fleisches kranker Tiere uns immerhin andeutet, in welchem Maße die Krankheit auf die Genußtauglichkeit des Nahrungsmittels eingewirkt hat.

Van Oyen faßt die bis dahin in dieser Beziehung gesammelten Erfahrungen zusammen und hebt dabei die Bedeutung der normalen Säuerung für die Verdaulichkeit, Haltbarkeit und Tauglichkeit des Fleisches hervor. Er warnt jedoch davor, den Wert der pH-Bestimmung zu überschätzen und hält es nicht für ratsam, dieselbe womöglich an die Stelle der bakteriologischen Untersuchung treten zu lassen. Nach seiner Ansicht ist es angebracht, Fleisch mit ungenügender Säuerung als minderwertig, weniger haltbar und weniger tauglich zu betrachten.

Grüttner mißt der Feststellung der Wasserstoffzahl als Haltbarkeitsprobe keine Bedeutung bei und glaubt nicht, daß man bei notgeschlachteten Tieren aus der Abweichung des pH-Wertes von der Norm irgendwelche Rückschlüsse auf das Vorhandensein bestimmter krankhafter Veränderungen ziehen kann.

Hökl dagegen hält die pH-Messung hauptsächlich wegen der zahlenmäßigen Erfassung der postmortalen Vorgänge im Fleisch für besonders wertvoll. Auch er betont, wie schon verschiedene Autoren vor ihm, den Einfluß der Temperatur auf die postmortalen Umsetzungsprozesse in der Muskulatur. Höhere Wärmegrade sollen die Änderung der H-Konzentration beschleunigen, niedrigere (0 bis +10° C) aber verlangsamen.

Bei der Wildbretuntersuchung sieht Bleckmann die pH-Bestimmung für eine brauchbare Methode zur Feststellung der Verderbnis an.

Scholemann rät, Fleisch, das 24 Stunden nach der Schlachtung gemessen, einen pH-Wert von 6,4 und höher zeigt, aus dem Verkehr zu ziehen, da dies auf eine herabgesetzte Haltbarkeit desselben hinweist.

Auch Schönberg will die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration als eine wichtige Hilfsprobe bei der Untersuchung notgeschlachteter Tiere angesehen wissen, „weil sie uns Aufschluß darüber gibt, ob die genügende Säuerung des Fleisches eine ausreichende Haltbarkeit verspricht.“ Weiterhin schlägt er vor, Fleisch, das einen pH-Wert von 6,2 hat, bald zu verbrauchen und solches, bei dem er mehr als 6,2 beträgt, umgehend nach vorläufiger Beanstandung auf bakterielle Zersetzung oder sonstige Veränderungen zu untersuchen.

Die Wichtigkeit der pH-Messung bei der fleischbeschaulichen Beurteilung not- und krankgeschlachteter Schweine und Rinder wird auch in den Arbeiten von Wewer und Döring gezeigt.

Aus den Untersuchungen von Keller geht hervor, daß neben Blut und Fett vor allem das Bindegewebe den pH-Wert des Fleisches frisch geschlachteter Tiere erhöht. Von besonderer Bedeutung sind die Erkenntnisse von Krieger, Magsaam und Jungclaus, da alle drei sich bei ihren Arbeiten derselben Technik und Apparatur, Jonometer nach Lautenschläger, bedienen. Der Erstgenannte beobachtet, daß Rindfleisch, das bei 0° C aufbewahrt wird, vielfach erst nach 4 Tagen den stärksten Säuerungsgrad erreicht und höhere Temperaturen diesen Vorgang beschleunigen. Er findet aber, ebenso wie Magsaam beim Schweinefleisch, keine Beziehungen zwischen Wasserstoffionenkonzentration und Zersetzungsgrad des Fleisches. Magsaam stellt fest, daß der tiefste Säuerungspunkt des Schweinefleisches bei einer Aufbewahrungstemperatur von 0° C bereits 4—5 Stunden nach der Schlachtung erreicht ist. Jungclaus empfiehlt, im Fleisch notge-

schlachteter Rinder und Schweine, das bei Kühlhaustemperatur aufbewahrt wird, den pH-Wert nach 4 bzw. 3 Tagen zu ermitteln, da man dann in der Lage ist, Schlüsse auf die Haltbarkeit des Nahrungsmittels zu ziehen.

Wie man aus den angeführten Untersuchungen ableiten kann, läßt sich die pH-Bestimmung nach Ansicht der meisten Autoren wohl zur prognostischen Feststellung der Haltbarkeit des Fleisches verwenden; über den Wert der Methode für die frühzeitige Fäulniserkennung gehen die Meinungen jedoch sehr auseinander.

2. Die Wasserstoffionenkonzentration der Organe.

Als erster versucht Claußen, angeregt durch die Veröffentlichungen von Andrjewski, Makaritscheff und anderen, sich ein Bild über das Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration in Leber und Niere der Schlachttiere zu machen.

Lebenswarme Schweinelebern haben, so folgert er auf Grund zahlreicher Messungen nach der kolorimetrischen Methode (Michaelis-Walpole), einen durchschnittlichen pH-Wert von 6,53. Bei einer Aufbewahrungstemperatur von +10 bis +15° C setzt vom dritten Tage ab, bei höheren Wärmegraden bereits früher, durch Umwandlung des Glykogens in Milchsäure ein stetiges, gradliniges Absinken des Wertes bis zu pH 4,3 ein. Werden die Lebern im Kühlhaus (—1 bis +2° C) aufbewahrt, so macht sich erst nach 14 Tagen eine allmähliche Zunahme des Säuerungsgrades bemerkbar, und unter der Einwirkung von Gefriertemperatur bleibt die Wasserstoffionenkonzentration in ihnen monatelang unverändert. Die gleichen Verhältnisse findet der Verfasser bei Rinderlebern. Claußen hält den dargelegten Säuerungsvorgang in diesem Organ im Gegensatz zu Grüttner für einen enzymatischen Prozeß, da er auf Agarplatten regelmäßig aus den bei den verschiedenen Temperaturen gehaltenen Lebern nur wenige Kokkenkolonien herauszüchten kann, denen er eine azidierende Fähigkeit abspricht. Eine Andeutung, ob er auch auf die Anwesenheit psychrophiler Keime geachtet hat, gibt er nicht. Er sagt: „Die starke Säurebildung in der Leber ist also gleichsam richtungweisend für den weiteren Verlauf des Gewebeabbaues, indem die Säure zweifellos das Wachstum der verschiedenen Fäulnisbakterien hindert, so daß die bakterielle Zersetzung zurückgedrängt wird. Aus diesem Grunde

fehlt hier das gewohnte Bild der Fäulnis und besonders der typische Fäulnisgeruch. Die allgemein vertretene Ansicht, daß die Leber sehr schnell der Fäulnis anheimfalle, ist daher einzuschränken oder dahin zu berichtigen, daß in der Leber wohl sehr rasch autolytische Prozesse einsetzen, unter welchen der Prozeß der Säuerung dominiert." Obwohl Eber sauere Lebern nicht als verdorben im Sinne des Lebensmittelgesetzes ansieht, fordert Claußen, stark saure Lebern mit einem pH von 6,2 und darunter vom Konsum fernzuhalten, da aus solchem Material hergestellte Würste in Haltbarkeit und Qualität wesentlich herabgesetzt sind.

Nach Bongert und v. Ostertag zeigt die frisch exenterierte Leber eine alkalische Reaktion, die aber bereits nach 24 Stunden in eine schwach saure umschlägt; dabei ist die Aufbewahrungstemperatur nicht angegeben.

Glage (zit. nach Postolka) hält die Säuerung der Leber für das Vorstadium der Fäulnis und demgemäß, ebenso wie Grüttner und andere, für einen bakteriellen Prozeß, der auf die Zersetzung des gespeicherten Glykogens hinausläuft. Lebern mit einfacher saurer Gärung sind nach ihm nicht gesundheitsschädlich. Er ist aber der Ansicht und stimmt hierin auch mit Bongert überein, daß die Geruchs- und Farbveränderungen einen Ausschluß von der Verwertung als Nahrungsmittel bedingen.

In der Arbeit von Schlag über den Einfluß der Kurzwellendurchflutung auf die Wasserstoffionenkonzentration in tierischen Geweben finden sich uns interessierende Angaben über Leber, Lunge, Milz und Niere. Er stellt in undurchfluteten Organen, die bei + 3° C aufbewahrt wurden, folgende pH-Werte fest:

Schweinelebern (gemessen nach der elektrometrischen Methode mit dem Gerberschen Potentiometer):

	Sofort	2 Std.	1 Tag	2	3	4	5	6 Tage
			nach der Schlachtung					
A.	6,55	6,51	6,48	6,45	6,39	6,32	6,21	6,12
B.	6,5	7 Std. 6,39	6,23	6,20	6,09	6,09	6,03	
C.	6,4	5 Std. 6,32	6,25	6,12				

Nach dem Vorgenannten sinken die pH-Werte der bei $+3^{\circ}$ C aufbewahrten Schweinelebern sofort nach der Schlachtung beinahe gradlinig fortschreitend ab. Im übrigen stimmt die Wasserstoffionenkonzentration, die kurz nach der Exenteration des Organs gemessen wird, mit der von Claußen ermittelten fast überein.

Kälbermilz (elektrometrisch gemessen):

Sofort	3 Std.	1 Tag	2	3	4	5	6 Tage
			nach der Schlachtung				
6,8	6,79	6,70	6,63	6,34	6,31	6,30	6,30

Ergebnis: Sehr starker Abfall der Werte innerhalb der ersten 3 Tage nach der Schlachtung.

Kälberlunge (gemessen nach der kolorimetrischen Methode von Michaelis-Walpole):

Sofort	3 Std.	1 Tag	2	3	4	5	6 Tage
			nach der Schlachtung				
7,0	6,9	6,7	6,6	6,6	6,5	6,4	6,4

Hierbei fällt der hohe Anfangs-pH-Wert auf; die niedrigste pH-Zahl wird nach 5 Tagen gemessen.

Kälberniere (elektrometrisch mit dem Gerberschen Potentiometer gemessen):

Sofort	1 Tag	2	3	4	5	6	7	8 Tage
				nach der Schlachtung				
6,61	6,48	6,45	6,44	6,42	6,42	6,42	6,48	6,66

Ergebnis: Merkliche Säuerung der Niere innerhalb des ersten Tages nach der Schlachtung. Der tiefste pH-Wert ist am vierten Tage erreicht. Vom 7. Tage ab steigt die pH-Zahl wieder an.

Claußen findet demgegenüber bei lebenswarmen Schweinenieren einen durchschnittlichen pH-Wert von 6,4 bis 6,6, der sich auch unbeinflußt durch wärmere oder kältere Temperaturen und fortschreitende Zersetzung ziemlich konstant hält. Das Ausbleiben der nachträglichen Säuerung soll ein Grund für die starke Fäulnisbereitschaft der Niere sein.

Anläßlich ihrer Untersuchungen über das Verhalten des pH-Wertes im Schweinefleisch bestimmen Magsaam und auch Wewer den-

selben in der Herzmuskulatur. Während letzterer nach der Methode von Michaelis-Walpole bei 25 Schweineherzen die Wasserstoffzahl 24 Stunden nach der Schlachtung ermittelt, stellt Magsaam mehrere fortlaufende elektrometrische Messungen an. Nach den Angaben Wewers liegt die gemessene Wasserstoffionenkonzentration zwischen pH 5,8 und 6,6; eine Übereinstimmung zwischen den pH-Werten in der Skelettmuskulatur und im Herzen kann nicht festgestellt werden. Magsaam findet, daß die Herzmuskulatur innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Schlachtung eine zweimalige Säuerung aufweist. Wird das Organ längere Zeit bei 0° aufbewahrt, dann zeigt die Substanz derartig große Schwankungen in dem pH, daß schon deshalb das Ergebnis der pH-Bestimmung keinen Schluß auf das Verdorbensein des Nahrungsmittels zuläßt.

Im supramammären Lymphknoten und im laktierenden Euter findet Geiger kurz nach der Schlachtung ein pH von 6,7. Der tiefste Wert (pH 5,8) wird bei einer Aufbewahrungstemperatur von + 2° C erst in 62 Tagen erreicht. Nach seinen Feststellungen ist diese Säuerung nicht bakteriellen Ursprungs. Er erwähnt, ebenso wie Claußen, jedoch nicht, ob auf das Vorhandensein psychrophiler Keime geachtet wurde; des weiteren ist er der Überzeugung, daß der Wasserstoffionenkonzentration im Eutergewebe kein besonderer Einfluß auf eine Krankheitsbereitschaft zuzuschreiben ist.

3. Chemismus der in der vorliegenden Arbeit untersuchten Gewebe.

Während die postmortalen chemischen bzw. chemophysikalischen Verhältnisse, als deren meßbarer Ausdruck doch letzten Endes die Wasserstoffionenkonzentration anzusehen ist, in der quergestreiften Muskulatur und damit auch der Herzmuskulatur Gegenstand zahlreicher eingehender Untersuchungen waren, finden sich über den Chemismus der exenterierten Parenchyme nur verhältnismäßig spärliche Angaben; lediglich die Leber wurde in dieser Hinsicht genauer erforscht.

Herz:

Chemische Zusammensetzung (n. Bömer, Juckenack u. Tillmans):

Wasser	Stickstoffsubstanz	Fett	Kohlenhydr.	Asche
71,1 %	15,6 %	2,5 %	0,6 %	1,9 %

Unter den Kohlenhydraten finden sich neben dem Glykogen, das im allgemeinen 0,05 bis 0,18 der Gesamtsubstanz ausmacht, noch geringe Mengen anderer Kohlenwasserstoffe (Glukose, Maltose), die wahrscheinlich aus Glykogen durch Abbau entstehen. Außerdem sind noch 0,03 bis 0,06 % Fleischmilchsäure sowie Spuren Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure und schließlich Inosit zugegen.

Bei den postmortalen Vorgängen in der Muskulatur, die unter dem Bilde der Totenstarre und der Reifung auftreten, wird nun enzymatisch aus Glykogen Milchsäure gebildet, die nach der Auffassung von v. Fürth und Lengh (zit. nach Bömer, Juckenack und Tillmans) ein Durchlässigwerden des Sarkolemms bewirkt. Infolge der Aufnahme von Wasser aus der Gewebeflüssigkeit quellen die Muskelfasern und erfahren dadurch eine Verkürzung. Auf diesen schnell eintretenden Zustand der Totenstarre folgt im Verlaufe einiger Tage die Reifung, bei der durch Milchsäure und gewisse Enzyme Gerinnung der Eiweisstoffe, Auspressung von Wasser aus den Muskelfasern und damit Lösung der Starre und Weichwerden herbeigeführt wird.

Lunge, Milz und Niere:

Chemische Zusammensetzung (n. König, zit. n. Bömer, Juckenack und Tillmans):

	Wasser %	Stickstoffsubstanz %	Fett %	Kohlenhydr. %	Asche %
Lunge	79,9	15,2	2,5	0,6	1,9
Milz	75,5	17,8	4,2	1,0	1,6
Niere	75,6	16,4	4,1	0,4	1,2

Nach Morishima (zit. nach v. Ostertag) soll Fleischmilchsäure ein konstanter Bestandteil der Nieren sein.

Rückenmark: Das Rückenmark enthält nach A. Weitzel (zit. nach v. Ostertag) keine Kohlenhydrate, aber viel Fett und Eiweiß. Ellenberger und Scheunert betonen, daß in dem Nervensystem Glykogen fehlt.

Über die post mortem in Lunge, Milz, Nieren und Rückenmark einsetzenden chemischen Umsetzungprozesse können in der Literatur keine näheren Angaben gefunden werden.

Leber: Während des Lebens fängt die Leber den ihr mit dem Pfortaderblut zuströmenden Traubenzucker ab und lagert ihn, ebenso wie Fruktose, Galaktose, Glyzerin und sogar Formaldehyd, ferner Glykol und beim Pflanzenfresser vor allem auch Milchsäure, unter Umwandlung in Glykogen in ihren Zellen ab. Sie ist somit, wie Ellenberger und Scheunert sagen, „Speicher für den Kohlenhydratstoffwechsel". In ihrer Eigenschaft als „Regulator" dieses Stoffwechsels sorgt sie nach den oben angeführten Autoren nun dafür, daß stets eine gewisse Menge Zucker im Blute kreist. Der hierzu notwendige Abbau des Glykogens in Glukose erfolgt durch ein diastatisches Ferment über eine Reihe von Zwischenstufen (Dextrine, Maltose).

Das systematische Ineinandergreifen all dieser auf- und abbauenden Vorgänge wird während des Lebens von verschiedenen teils nervösen, teils hormonalen Regulationsvorrichtungen gesteuert, die natürlich post mortem aussetzen. Die Folge ist, wie überall bei der Zersetzung der organischen Substanz, die fortschreitende, ungeregelte und irreversible Überführung der chemisch kompliziert aufgebauten Verbindungen durch die, wie wir gesehen haben, schon intra vitam vorhandenen Enzyme in ihre einfacheren Komponenten. Es soll damit nicht ausgeschlossen werden, daß im weiteren Verlaufe der Zersetzung unter bakterieller Einwirkung auch wieder komplizierte Stoffe auftreten können. Die Bedeutung der Leber im Kohlehydratstoffwechsel kann man auch postmortal aus ihrer chemischen Zusammensetzung (n. König, zit. n. Bömer, Juckenack und Tillmans) ersehen:

Wasser	Stickstoffsubstanz	Fett	Kohlenhydr.	Asche
71,6 %	17,7 %	3,4 %	3,3 %	1,6 %

Nach D. Brunnet und C. Roland (zit. nach v. Ostertag) enthält die Rinderleber 68,9 bis 75,5 % Wasser, 2,9 bis 8,3 % Glykogen und 0,29 bis 0,35 % P_2O_5. Der Glykogengehalt der Leber soll, wie P. T. Trowbridge und C. K. Francis (zit. nach v. Ostertag) angeben, bei über 3 Jahre alten Rindern höher sein als bei jüngeren.

Die bedeutsame Rolle, die gerade den Kohlehydraten innerhalb der nach dem Aufhören der Lebensfunktionen in den Nahrungsmitteln tierischer Herkunft einsetzenden Zersetzungsprozesse zukommt, hebt

N. Reil (zit. nach v. Ostertag) hervor. Wie er sagt, kann ein reichlicher Gehalt an diesen Verbindungen dann derartig säurebildend wirken, daß eine Fäulnis entweder garnicht auftritt und der Zustand der Säuerung besteht, oder aber, daß die gasförmigen Fäulnisprodukte dauernd gebunden werden und die Fäulnis vollständig verdeckt wird. So kommt es dann auch in der Leber im Laufe der Zersetzung zu einer starken Säuerung, die Bongert, Grüttner, v. Ostertag u. a. als saure Gärung und damit, bei der Einengung des Begriffes in der Lebensmittelkunde (s. Grüttner), als bakteriellen Vorgang bezeichnen; während Claußen sie, wie schon oben erwähnt, für rein fermentativen Ursprungs hält. Grüttner faßt diese Säuerung wegen der Mitwirkung der Bakterien als Anfangsstadium der Fäulnis auf.

Im allgemeinen soll die letztgenannte Verderbnisform meist, mit Ausnahme in Leber und Euter (s. Geiger), mit dem Freiwerden von überwiegend alkalischen Valenzen verbunden sein, die hauptsächlich bei der bakteriellen Zersetzung des Eiweißes entstehen. Bömer, Juckenack und Tillmans weisen jedoch die engumschriebene frühere Anschauung, nach der lediglich die Eiweißstoffe sich hieran beteiligen, zurück und betonen, daß daneben in allen Fällen auch die Fette und Kohlenhydrate angegriffen werden. Nach Ottolenghi (zit. n. v. Ostertag) vermindert sich deshalb der Glykogengehalt des Muskels in 24 Stunden bei einer Temreratur von $+14$ bis $+16^{\circ}$ C um 21–51 %, in 72 Stunden um 56–100 %. Ganz ähnliche Verhältnisse sollen auch bei der Leber vorliegen.

Nach alledem scheint es uns so, als ob bei den tierischen Geweben einer der meßbaren Ausdrücke der postmortalen Umsetzungsprozesse, die Wasserstoffionenkonzentration, vor allen Dingen von dem Kohlenhydratgehalt bzw. dem Eiweiß-Kohlenhydratverhältnis abhängig ist.

C. Eigene Untersuchungen.

1. Allgemeines über Material, Apparatur und bei den Hauptversuchen angewandte Methodik.

Das Untersuchungsmaterial wird möglichst sofort nach der Ausschlachtung der Rinder entnommen und zwar von der Leber regelmäßig der Spigelsche Lappen, von der Lunge die Spitzen- und Herzlappen und vom Herzen ein Teil der linken Kammerwand. Die betreffenden Stücke werden bis auf einige, die, um den Einfluß von verschiedenen Wärmegraden zu prüfen, bei Brutschrank- und Zimmertemperatur gehalten werden, in einem Kühlraum des Schlachthofes bis zur Beendigung der Messungen aufbewahrt. In diesem Raum herrscht konstant eine Temperatur von +3 bis +4° C.

Für die jeweiligen Messungen werden nach Abtragung einer oberflächlichen Schicht von durchschnittlich 0,5 cm Dicke entsprechend große Gewebestücke entnommen und davon im Laboratorium je nach der Menge des zur Verfügung stehenden Materials 2 bzw. 3 g abgewogen. Bei den Hauptversuchen werden diese Teile gemäß den Angaben von Keller auf eiuem Hartholzbrett gut zerkleinert und darauf in einem 50 ccm Erlenmeyerkolben mit Aqua dest. im Verhältnis 1 : 10 versetzt. Die pH-Zahl des Wassers wird jedesmal vorher festgestellt, und nur solches mit einem pH-Wert von 6,90 bis 7,10 für die Versuche verwandt. Nach 20 Sekunden langem kräftigem Durchschütteln und anschließendem kurzem Absetzenlassen wird das Gemisch durch Hartfilterpapier filtriert.

Darauf werden 6 ccm des Filtrates in das zu der verwandten Apparatur gehörige Meßgefäß gefüllt, und nachdem die zur Jonisation nötige geringe Menge von Chinhydron zugegeben ist, erfolgt die Messung. Zu derselben wird das bereits von Krieger, Magsaam und Jungclaus näher beschriebene Jonometer nach Lautenschläger benutzt. Der pH-Wert wird 2 Minuten nach Einfüllen des Chinhydrons abgelesen. Vor Beginn der endgültigen pH-Bestimmung

werden bei jeder Serie zwei Probemessungen vorgenommen und in bestimmten Zeitabständen (14 Tage) wird die Genauigkeit der Apparatur mit der beigegebenen Standardlösung (pH 4,62) geprüft. Die dabei gemessenen Werte zeigen höchstens eine Abweichung von 0,02.

Daneben wird bei den einzelnen Versuchsreihen die Ebersche Probe mit jedesmal frisch angesetztem Reagenz angestellt. Ihr positiver Ausfall ist in den einzelnen Fällen durch ein + angegeben.

2. Vorversuche zur Herstellung geeigneter Extrakte.

Während Andrjewski und andere sich zur Durchführung ihrer Untersuchungen über den Wasserstoffionengehalt der Muskulatur eines Standextraktes mit der Verdünnung 1 : 10 bedienen, den man eine Viertelstunde lang auslaugen lassen muß, weist Keller darauf hin, daß die Einführung eines Schüttelaxtraktes die pH-Bestimmungen wesentlich vereinfacht. Dabei kann nach den Angaben des Letztgenannten das Gemisch (5 g Muskulatur + 50 g Aqua dest.) nach 20 Sekunden langem Durchschütteln sofort filtriert werden.

Dohnal und Vácha (zit. nach Hökl) stellen experimentell, ebenso wie Lenfeld, fest, daß beim Muskelfleisch eine schwächere Verdünnung keine Änderung der aktuellen Reaktion bedingt und schließen daraus, daß der Fleischextrakt ein Puffersystem darstellt. Im Gegensatz hierzu findet Claußen mit der Apparatur nach Michaelis-Walpole bei verdünnten Leber- und Nierenauszügen einen etwas niedrigeren pH-Wert (0,1 bis 0,2) als bei unverdünnten.

Der Zweck der folgenden Vorversuche ist, den Einfluß von Zubereitungsart und Verdünnung auf die pH-Zahl des Extraktes verschiedener Organe zu prüfen.

1. Vorversuch.

Vergleich zwischen gleichstark verdünntem (3 g Organ : 30 g Aqua dest.) Schüttelextrakt und reinem Standextrakt.

Herstellung des Schüttelextraktes: Nach 20 Sekunden langem Schütteln und 3 Minuten langem Absetzenlassen wird filtriert.

Herstellung des Standextraktes: Die Mischung wird überhaupt nicht geschüttelt, sondern 20 Min. stehen gelassen und dann filtriert.

Die gefundenen pH-Werte sind aus der folgenden Übersicht zu ersehen.

	Herz 2 Tage	Herz 11 Tage	Herz 13 Tage	Lunge 2 Stunden	Milz 2 Stunden
	nach der Schlachtung				
Schüttelextrakt	6,11	6,59	6,68	7,10	6,58
Standextrakt	6,12	6,57	6,66	6,84	7,27

	Niere 2 Stunden	Niere 14 Tage	Leber 2 Stunden	Leber 16 Tage
	nach der Schlachtung			
				riecht säuerlich
Schüttelextrakt	6,69	6,94	6,90	6,10
Standextrakt	7,31	6,74	7,40	6,94

Versuchsergebnis: Bei Lunge, Milz, Niere und Leber können wesentliche pH-Wertunterschiede zwischen Schüttel- und Standextrakt festgestellt werden.

Da eine schon säuerlich riechende Leber keinen pH-Wert von 6,94 haben kann, gibt der Standextrakt bei diesem Organ keineswegs die richtige Wasserstoffionenkonzentration an. Eher dürfte der Schüttelextraktwert (pH 6,10) die tatsächlichen Verhältnisse wiedergeben. Es hat den Anschein, als ob bei den reinen, ohne jedes Schütteln hergestellten Standauszügen von Leber, Lunge, Milz und Niere eine stärkere Dissoziation noch nicht eingetreten ist.

Für die Herzmuskulatur stimmen die Messungsergebnisse bei beiden Zubereitungsarten praktisch überein.

2. Vorversuch.

Prüfung des Einflusses von Schüttel- und Absetzzeit auf den pH-Wert des Extraktes.

Die zur Herstellung der Extrakte verwandten Mischungen weisen in sämtlichen Fällen folgende Zusammensetzung auf: 3 g Organmaterial + 30 g Aqua dest.

Extrakt I: Nach 20 Sekunden langem Schütteln 3 Minuten absetzen lassen und dann filtriert.

Extrakt II: Nach 10 Sekunden langem Schütteln 30 Minuten absetzen lassen und dann filtriert.

Extrakt III: Nach 30 Sekunden langem Schütteln 15 Minuten absetzen lassen und dann filtriert.

	Herz	Lnnge	Milz	Niere	Leber	Leber
	pH					
Extrakt I	6,12	7,10	6,57	6,49	6,23	6,62
Extrakt II	6,11	7,07	6,60	6,50	6,23	6,65

	Herz	Lunge	Milz	Niere	Leber	Leber
	pH					
Extrakt I	6,12	7,10	6,50	6,59	6,11	6,62
Extrakt III	6,09	7,07	6,51	6,62	6,11	6,62

Versuchsergebnis: Bei Leber, Lunge, Niere, Milz und Herz variieren nach verschieden langer Schüttel- bzw. Absetzzeit die gemessenen Werte nur innerhalb praktisch nicht in Frage kommender kleiner Grenzen.

3. Vorversuch.

Prüfung des Einflusses der Extraktverdünnung auf die pH-Zahl.

Extrakt I: 3 g Organmaterial + 30 g Aqua dest.

Extrakt II: 3 g Organmaterial + 20 g Aqua dest.

Extrakt III: 2 g Organmaterial + 30 g Aqua dest.

Sämtliche Mischungen werden 20 Sekunden geschüttelt und nach kurzem Absetzenlassen filtriert.

	Herz 6 Std.	Lunge 6 Std.	Milz 6 Std.	Niere 6 Std.	Leber 2 Std.	Leber 1 Tag	Leber 2 Tage
	nach der Schlachtung						
	pH						
Extrakt I	6,12	6,72	6,57	6,63	6,62	6,50	6,48
Extrakt II	6,13	6,72	6,58	6,66	6,65		6,48
Extrakt III	6,12	6,73	6,56	6,62	6,64	6,48	

Versuchsergebnis: Bei der elektrometrischen Messung der einzelnen Organextrakte wird festgestellt, daß im Gegensatz zu den Angaben von Claußen verschiedene Verdünnungen den gleichen pH-Wert haben. Die Extrakte können also als gepufferte Lösungen (s. Dohnal und Vácha) aufgefaßt werden.

3. Hauptversuche.

1. **Angaben über einige zu den Hauptversuchen benutzte Schlachttiere.**

Rind I:

Sehr gut genährtes Vogelsberger Rind. Alter: Etwa 1 Jahr.
3 Stunden Ruhe vor der Schlachtung.
Pathologische Veränderungen: Keine.

Rind II:

Sehr gut genährtes Fleckvieh-Rind. Alter: Etwa 1 Jahr.
20 Stunden Ruhe vor der Schlachtung.
Pathologische Veränderungen: Keine.

Kuh III:

Gut genährte Vogelsberger Kuh. Alter: Etwa 5 Jahre.
2 Tage Ruhe vor der Schlachtung.
Pathologische Veränderungen: Keine.

Kuh IV:

Mäßig gut genährte rotbunte Niederungskuh. Alter: Etwa 2½ Jahre.
2 Tage Ruhe vor der Schlachtung.
Pathologische Veränderungen: Keine.

Bulle V:

Sehr gut genährter Fleckvieh-Bulle. Alter: Etwa 1½ Jahre.
2 Tage Ruhe vor der Schlachtung.
Pathologische Veränderungen: Keine.

Kuh VI:

Mäßig gut genährte Fleckvieh-Kuh. Alter: Etwa 10 Jahre.
2 Tage Ruhe vor der Schlachtung.
Pathologische Veränderungen: Keine.

Ochse VII:

Sehr gut genährter Fleckvieh-Ochse. Alter: Etwa 1½ Jahr.
2 Tage Ruhe vor der Schlachtung.
Pathologische Veränderungen: Keine.

Kuh VIII:

Sehr schlecht genährte Vogelsberger Kuh. Alter: Etwa 10 Jahre.
3 Stunden Ruhe vor der Schlachtung.
Pathologische Veränderungen: Tuberkulose der Lunge, der Pleura, des Darmes und des Euters.

Kuh IX:

Schlecht genährte Fleckvieh-Kuh. Alter: etwa 10 Jahre.
12 Stunden Ruhe vor der Schlachtung.
Pathologische Veränderungen: Tuberkulose der Lunge, Leber, Milz, Nieren, des Darmes, des Peritoneums und des Euters.

II. Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration von Herz, Lunge, Milz und Leber.

a) Wasserstoffionenkonzentration des Herzens.

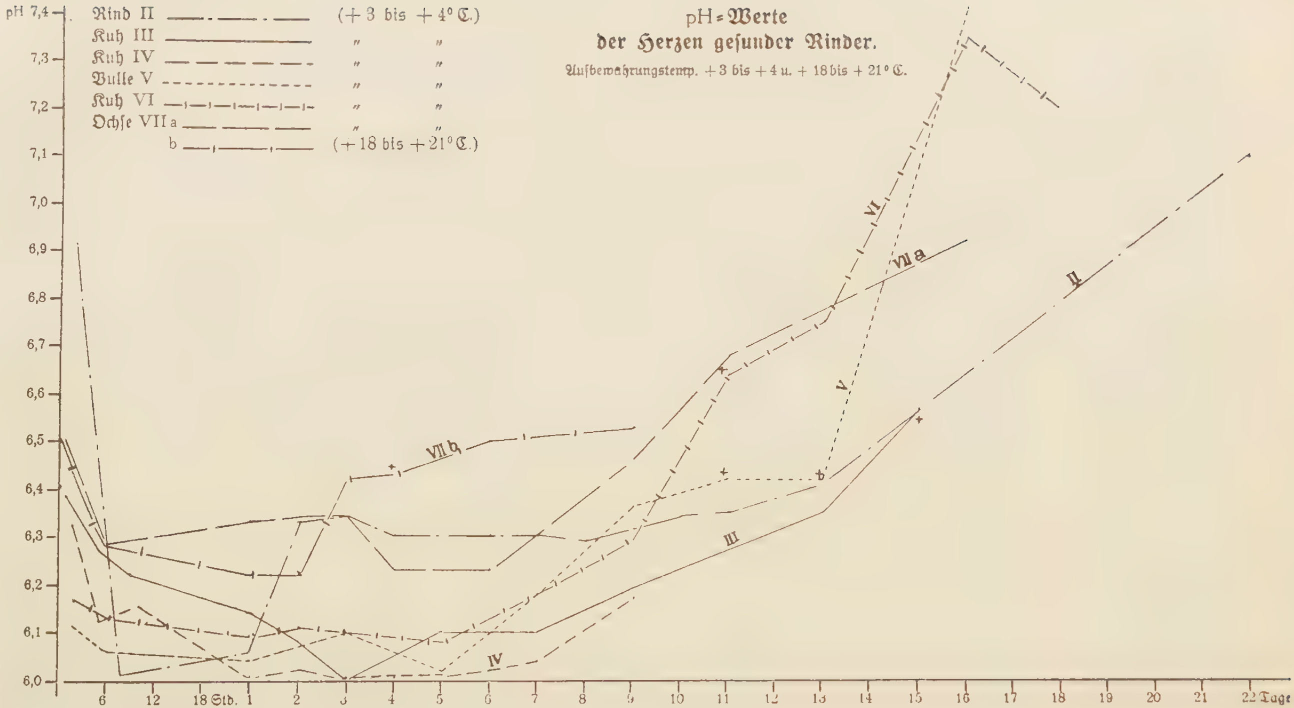
Die pH-Werte der Herzmuskulatur werden fortlaufend festgestellt.

Tabelle I.

Aufbewahrungstemperatur: $+3$ bis $+4^0$ C

Zeit nach der Schlachtung	Rind II	Kuh III	Kuh IV	Bulle V	Kuh VI	Kuh VIII Tb.	Kuh IX Tb.
	pH						
1 Stunde		6,38					
2 Stunden	6,91		6,32	6,11	6,17	6,18	6,07
5 „		6,27	6,12			6,10	6,08
6 „				6,06	6,13		
8 „	6,01						
9 „		6,22					
10 „			6,15			6,13	6,07
1 Tag	6,06	6,14	6,00	6,04	6,09	6,21	6,09
2 Tage	6,33	6,08	6,02		6,11	6,24	6,16
3 „	6,34	6,00	6,00	6,80	6,10	6,21	6,15
4 „	6,30					6,24	6,10
5 „		6,10	6,00	6,02	6,08		
6 „	6,30					6,23	
7 „	6,30	6,10	6,04	6,18	6,18		
8 „	6,29						
9 „		6,19	6,17	6,36	6,29		
10 „	6,34						
11 „	6,35			6,42+	6,64+		6,10
13 „	6,41+	6,35		6,42+	6,75+	6,22	6,19
15 „		6,57+					
16 „				7,41+	7,35+		
17 „						6,50+	6,34+
18 „					7,20+		
22 „	7,10+						

+ = Ebersche Probe positiv.


pH-Werte
der Herzen gesunder Rinder.
Aufbewahrungstemp. + 3 bis + 4 u. + 18 bis + 21° C.
Rind II (+ 3 bis + 4° C.)
Kuh III " "
Kuh IV " "
Bulle V " "
Kuh VI " "
Ochse VII a " "
b (+ 18 bis + 21° C.)
pH 7,4
7,3
7,2
7,1
7,0
6,9
6,8
6,7
6,6
6,5
6,4
6,3
6,2
6,1
6,0
6
12
18 Std.
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22 Tage
II
III
IV
V
VI
VII a
VII b

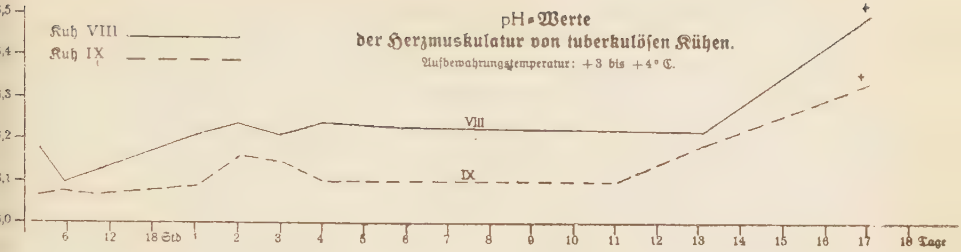


Tabelle II.

Von der Herzmuskulatur des Ochsen VII wird ein Stück bei +3 bis +4° C und ein anderes bei +18 bis +21° C aufbewahrt.

Zeit nach der Schlachtung	Aufbewahrungstemperatur +3 bis +4° C pH-Wert	+18 bis +21° C
1 Stunde	6,50	6,50
6 Stunden	6,28	6,28
1 Tag	6,33	6,22
2 Tage	6,33	6,22
3 „	6,34	6,42
4 „	6,23	6,43+
6 „	6,23	6,50+
9 „	6,46	6,53+
11 „	6,68+	
16 „	6,92+	

Versuchsergebnis: Die Herzmuskulatur gesunder Rinder erreicht bei einer Aufbewahrungstemperatur von +3 bis +4° C die niedrigste pH-Zahl, die zwischen 6,00 und 6,23 zu finden ist, spätestens am 5. Tage nach der Schlachtung. Darauf liegt die Wasserstoffionenkonzentration einige Zeit zwischen pH 6,00 und 6,34. Vom 6. bis 8. Tage ab steigen die Werte wieder fortschreitend an.

In der Herzmuskulatur der beiden tuberkulösen Tiere erfolgt dieses Anwachsen erst bedeutend später und nicht in so starkem Maße. Bei Kuh IX ist der Säuerungsvorgang anscheinend nicht mehr von den Messungen erfaßt.

Unter dem Einfluß der Zimmertemperatur (+18 bis +21° C) gehen die angeführten Veränderungen der Wasserstoffionenkonzentration schneller vor sich als bei Kühlraumtemperatur (+3 bis +4° C).

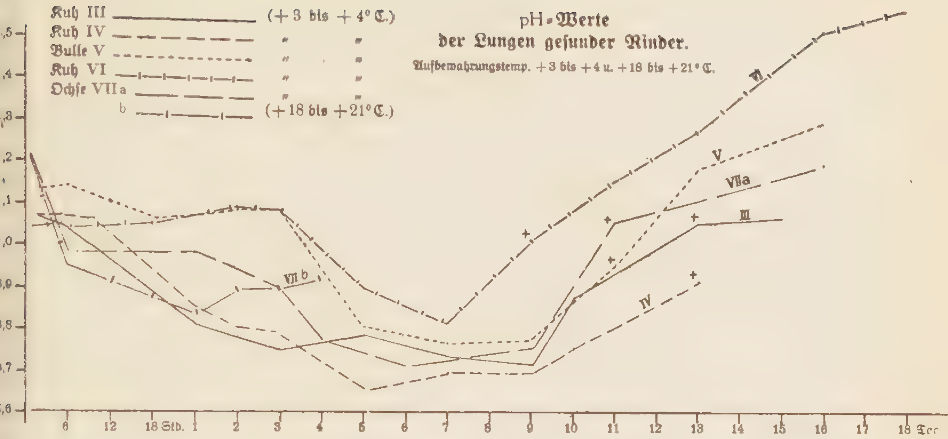
Die Ebersche Probe wird bei den Herzen gesunder Rinder immer bei einem pH-Wert über 6,40 positiv. Eigenartig lange hält sich die Herzmuskulatur der tuberkulösen Tiere. Hier ist übrigens die Ebersche Probe einmal (Kuh IX) bei einem pH unter 6,40 positiv.

Ein pH-Wert von 6,40 weist also nur bei den einige Zeit aufbewahrten Herzen gesunder Rinder auf die beginnende Verderbnis des Nahrungsmittels hin.

b) Wasserstoffionenkonzentration der Lunge.

Die bei der fortlaufenden Prüfung der Wasserstoffionenkonzentration des Lungengewebes ermittelten pH-Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Zeit nach der Schlachtung	Aufbewahrungstemperatur: +3 bis +4° C					Aufbewahrungstemperatur: +18 bis +21° C
	Kuh III	Kuh IV	Bulle V	Kuh VI	Ochse VII	
	pH					
1 Stunde	7,04				7,21	7,21
2 Stunden		7,07	7,13	7,07		
5 „	7,05	7,07				
6 „			7,14	7,04	6,98	6,95
9 „	7,00					
10 „		7,06				
19 „			7,06	7,05		
1 Tag	6,81	6,85			6,98	6,83
2 Tage	6,78	6,80	7,08	7,09	6,94	6,89
3 „	6,75	6,79	7,08	7,08	6,89	6,89
4 „					6,77	6,91+
5 „	6,78	6,65	6,80	6,89		
6 „					6,71	
7 „	6,73	6,69	6,76	6,81		
9 „	6,71	6,69	6,77	7,01+	6,75	
10 „	6,87	6,75				
11 „			6,95+	riecht 7,15+ faulig	7,05+	
13 „	riecht 7,05+ faulig	riecht 6,91+ faulig	riecht 7,18+ faulig	7,27+		
15 „	7,06+					
16 „			7,29+	7,51+	riecht 7,19+ faulig	
18 „				7,56+		



Versuchsergebnis: Auffällig sind die in allen Fällen hohen über 7,00 gelegenen pH-Werte bei den bald nach der Schlachtung vorgenommenen Messungen. Die Lunge erreicht ihre stärkste Säuerung, die zwischen pH 6,65 und 6,81 liegt, bei Aufbewahrung im Kühlraum (+3 bis +4° C) innerhalb von 5—9 Tagen. Von diesem Punkt ab steigt der pH-Wert wieder an.

Höhere Temperaturen (+18 bis +21° C) beschleunigen den ganzen Vorgang.

Der positive Ausfall der Eberschen Probe liegt immer bei einer pH-Zahl über 6,90.

Auch bei der Lunge ist demnach der pH-Wert zur Feststellung der Verderbnis zu gebrauchen. Lungen gesunder Rinder, die über 7 Tage bei +3 bis +4° C aufbewahrt wurden und eine pH-Zahl über 6,90 haben, sind als verdorben zu bezeichnen.

c) Wasserstoffionenkonzentration der Milz.

In den Milzen von 8 Rindern wird die Wasserstoffionenkonzentration fortlaufend festgestellt.

Zeit nach der Schlachtung	Aufbewahrungstemperatur: +3 bis +4° C								Aufbewahrungstemperatur: +18 bis +21° C
	Rind I	Kuh III	Kuh IV	Bulle V	Kuh VI	Kuh VIII Tb.	Kuh IX Tb.		Ochse VII
	pH								
1 Std.		6,72						6,85	6,85
2 Std.			6,62	6,62	6,60	6,60	6,63		
5 "		6,74				6,63			
6 "	6,64			6,62	6,63			6,80	6,81
9 "		6,74							
10 "						6,63	6,59		
19 "				6,64	6,59				
1 Tag	6,51	6,65	6,52			6,62	6,61	6,83	6,72
2 Tage	6,49	6,50	6,52	6,57	6,55	6,62	6,61	6,70	6,65
3 "	6,48	6,59	6,49	6,60	6,50	6,65	6,60	6,70	6,67
4 "	6,49					6,61	6,63	6,73	6,77+
5 "	6,48	6,63	6,56	6,57	6,50				
6 "	6,45					6,62	6,64	6,71	
7 "	6,49	6,64	6,55	6,57	6,66				
8 "	6,45								
9 "	6,48	6,67		6,60	6,68			6,70	
10 "	6,58								
11 "	6,58			6,78+	6,83+	6,81+	6,73+	6,94+	
12 "	6,61+								
13 "		6,86+	6,79+	6,86+	6,78+		6,77+		
16 "				7,33+	7,26+			7,11+	
18 "				7,47+					

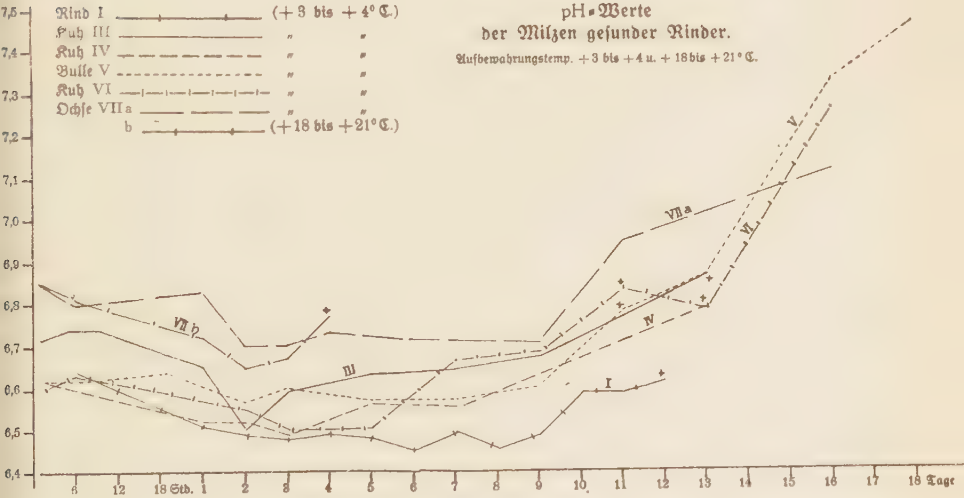
Versuchsergebnis: Kurz nach der Schlachtung wird ein pH-Wert von 6,60 bis 6,85 gemessen. Bei den Milzen gesunder Rinder sinkt dieser Wert, wenn die Organe bei +2 bis +3° C aufbewahrt werden, innerhalb von 2—3 Tagen je nach der Anfangsgröße auf pH 6,48 bis 6,70, um im allgemeinen vom 7.—10. Tage ab wieder merklich anzusteigen.

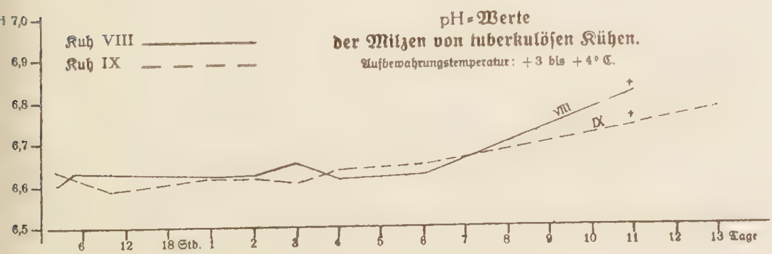
Auch die Wasserstoffionenzahl, die beim ersten positiven Ausfall der Eberschen Probe ermittelt wird, ist von dem unmittelbar post mortem gefundenen Wert abhängig. Sie schwankt deshalb zwischen pH 6,61 und 6,94.

Wiederum kann wie bei den bisher untersuchten Organen der die Säuerungs- und Alkalisierungsvorgänge beschleunigende Einfluß höherer Temperaturen (+18 bis +21° C) festgestellt werden.

Die Milz der tuberkulösen Tiere zeigt während der ersten 2–3 Tage nach der Schlachtung in dem einen Fall (Kuh VIII) keine und im anderen (Kuh IX) nur eine ganz geringgradige Säuerungszunahme.

Nach den vorliegenden Untersuchungen spricht bei der Milz nach längerer Aufbewahrung ein pH-Wert von 6,75 dafür, daß das Organ sich im Stadium der beginnenden Fäulnis befindet. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß gelegentlich auch schon unter der angegebenen pH-Grenze Fäulnis beobachtet werden kann.





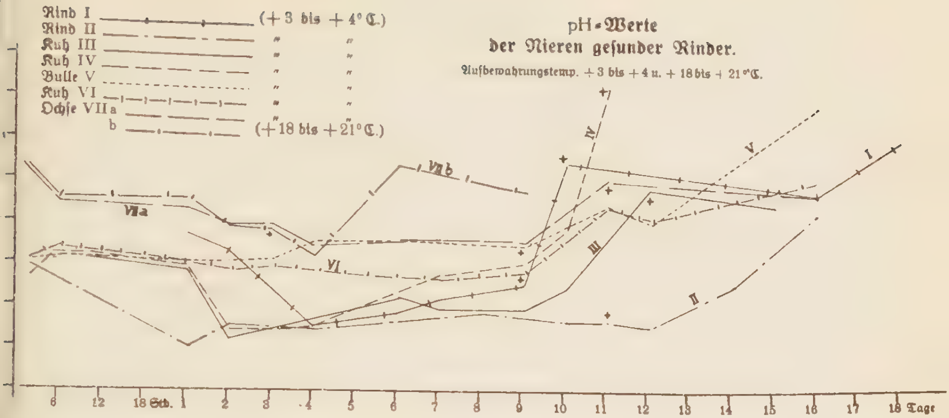
d) Wasserstoffionenkonzentration der Niere.

In den folgenden Tabellen sind die bei den fortlaufenden Untersuchungen der Rindernieren gefundenen pH-Zahlen niedergelegt.

Tabelle I.

Aufbewahrungstemperatur: + 3 bis + 4° C.

Zeit nach der Schlachtung	Rind I	Rind II	Kuh III	Kuh IV	Bulle V	Kuh VI	Kuh VIII Tb.	Kuh IX Tb.
	pH							
1 Std.			6,69					
2 Std.		6,69		6,67	6,70	6,70	6,71	6,63
5 "			6,70	6,72			6,60	6,65
6 "					6,71	6,73		
9 "			6,71					
10 "				6,72			6,60	6,64
19 "					6,70	6,70		
1 Tag	6,77	6,50	6,68	6,69			6,59	6,61
2 Tage	6,73	6,55	6,52	6,54	6,70	6,68	6,60	6,65
3 "			6 54	6,54	6,71	6,69	6,58	6,68
4 "	6,55	6,54		6,55	6,75	6,68		6,73
6 "	6,58		6,62				6,57	6,64
7 "	6,61	6,57	6,59	6,67	6,75	6,66		
8 "		6,58						
9 "	6,65		6,59	6,70	6,74+	6,68+		
10 "	riecht 6,94+ faulig	6,56	6,64	6,78				
11 "		6,56+			riecht 6,84+ faulig	riecht 6,84+ faulig	riecht 6,60+ faulig	riecht 6,72+ faulig
12 "		riecht 6,55+ faulig	riecht 6,88+ faulig	stark 7,12+ faul	6,80+	6,81+		6,72+
14 "		6,65+						
15 "			6,84+					
16 "	6,87+	6,82+			7,08+	6,90+		
18 "	7,00+							



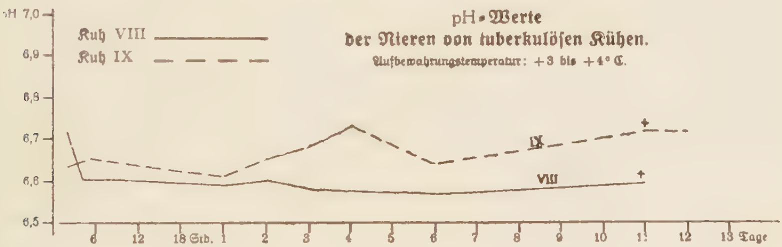


Tabelle II.

Von einer Niere des Ochsen VII wird ein Stück bei +3 bis +4° C und ein anderes bei +18 bis +21° C aufbewahrt.

Zeit nach der Schlachtung	Aufbewahrungstemperatur +3 bis +4° C pH-Wert	+18 bis +21° C pH-Wert
1 Stunde	6,93	6,93
6 Stunden	6,84	6,84
1 Tag	6,83	6,85
2 Tage	6,79	6,79
3 „	6,79	6,79+
4 „	6,74	6,72+
6 „	6,75	6,93+
9 „	6,75	6,87+
11 „	6,90+	
16 „	6,87+	

Versuchsergebnis: Die frisch exenterierte Rinderniere zeigt meist einen pH-Wert, der bei 6,69 liegt; nur in einem Falle wird 6,93

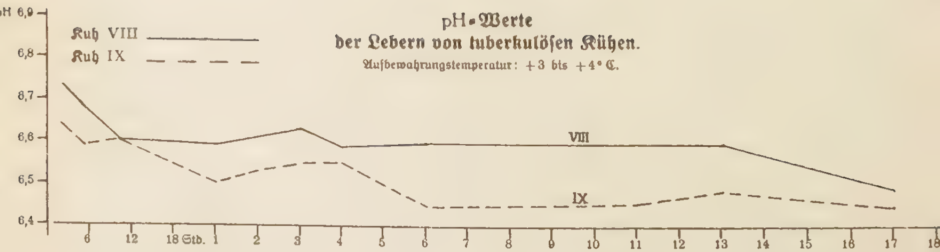
gemessen. Während bei 6 Tieren innerhalb der ersten vier Tage post mortem eine schwache Säuerung eintritt und die pH-Zahl sich erst dann bis zum Eintritt der Fäulnis auf der gleichen Höhe hält, bleiben die pH-Werte bei den Nieren der übrigen Rinder vom Anfang der Messungen bis zum Beginn der fauligen Zersetzung fast gleich.

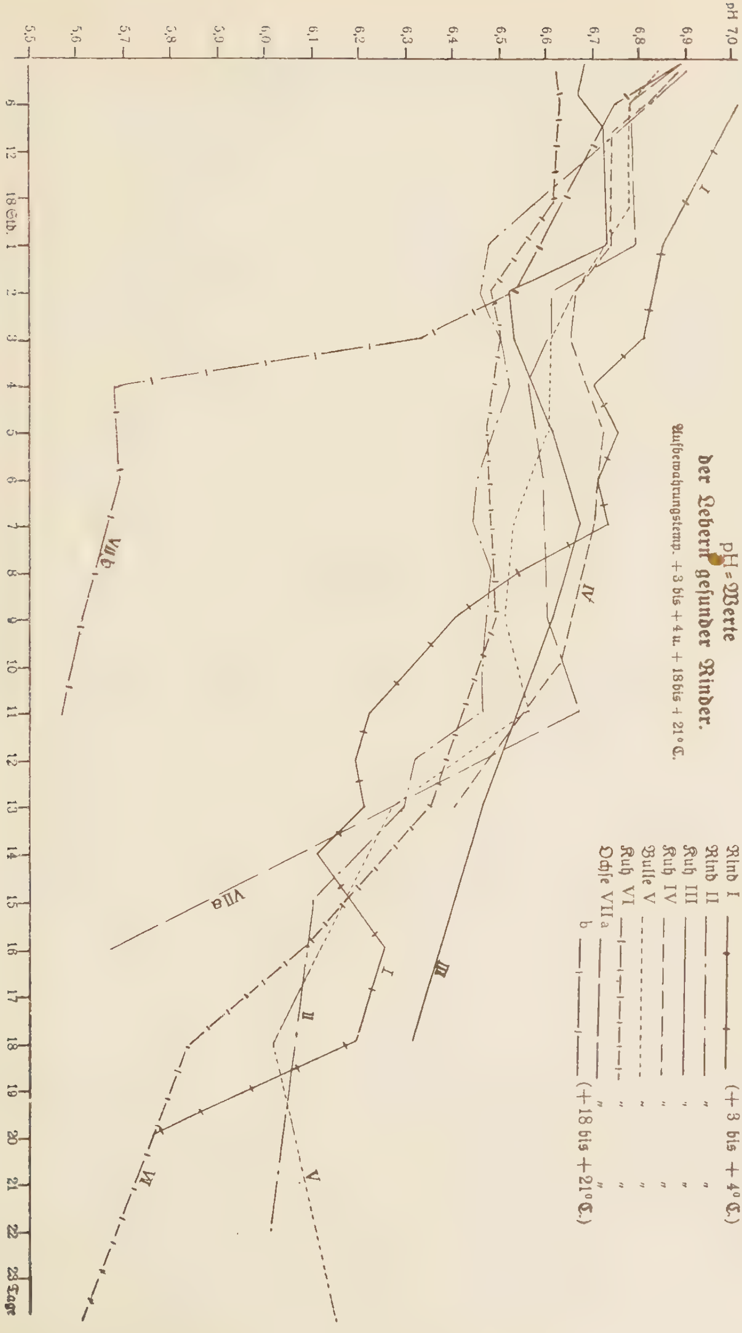
Nur in 4 Versuchsreihen ist die pH-Zahl schon beim ersten positiven Ausfall der Eberschen Probe erhöht. In den 6 anderen Serien steigt sie erst später an.

Zimmertemperatur beschleunigt zwar nicht das Eintreten der Säuerung, aber das nachherige Zunehmen der pH-Zahl.

Die Nieren der tuberkulösen Tiere zeigen gegenüber denen der gesunden kein wesentliches Abweichen in dem Verhalten ihrer Wasserstoffionenkonzentration.

Für die Nahrungsmittelkontrolle läßt sich kein pH-Grenzwert angeben, bei dem in den Nieren allgemein die Fäulnis einsetzt. Nieren mit einer pH-Zahl über 6,95 sind jedoch immer als verdorben zu bezeichnen; die Ebersche Probe ist nämlich, wenn dieser Wert gemessen wird, stets positiv.




pH = Werte
der Lebern gesunder Rinder.
Aufbewahrungstemp. + 3 bis + 4 u. + 18 bis + 21° C.
Rind I (+ 3 bis + 4° C.)
Rind II " "
Kuh III " "
Kuh IV " "
Bulle V " "
Kuh VI " "
Ochse VII a " "
b (+ 18 bis + 21° C.)
pH 7,0
6,9
6,8
6,7
6,6
6,5
6,4
6,3
6,2
6,1
6,0
5,9
5,8
5,7
5,6
5,5
6
12
18 Std. 1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23 Tage
I
IV
III
II
V
VII a
VI
VII b

e) Wasserstoffionenkonzentration der Leber.

Aus den nachfolgenden Tabellen I bis IV gehen die pH-Werte der bei verschiedenen Temperaturen aufbewahrten Lebern hervor. Außerdem ist das Auftreten der grobsinnlich feststellbaren Veränderungen angegeben.

Tabelle I.

Aufbewahrungstemperatur: +3 bis +4° C.

Zeit nach der Schlachtung	Rind I 1 J. alt	Rind II 1 J. alt	Kuh III 6 J. alt	Kuh IV 2½ J. alt	Bulle V 1½ J. alt	Kuh VI 10 J. alt	Kuh VIII Tb. 10 J. alt	Kuh IX Tb. 10 J. alt
	pH							
1 Std.			6,68					
2 Std.		6,90		6,89	6,84	6,62	6,73	6,64
5 „			6,67	6,83			6,68	6,59
6 „	7,01				6,78	6,63		
9 „			6,72					
10 „				6,74			6,60	6,60
19 „					6,78	6,61		
1 Tag	6,85	6,48	6,73	6,74			6,59	6,50
2 Tage		6,46	6,52	6,66	6,66	6,48		6,53
3 „	6,81	6,50	6,53	6,65	6,61	6,50	6,63	6,55
4 „	6,70	6,52					6,59	6,55
5 „	6,75		6,61	6,72	6,60	6,47		
6 „	6,71	6,45					6,60	6,45
7 „	6,73	6,44	6,67	6,70	6,53	6,48		
8 „	6,54	6,48						
9 „	6,40		6,61		6,51	6,49		
10 „		6,46		6,63				
11 „	6,82	6,46			6,56+	6,42+		6,46+
12 „	riecht 6,19 säuerlich	6,32+						
13 „	6,21	6,30+	riecht 6,46 säuerlich	riecht 6,40 säuerlich	riecht 6,27 säuerlich	riecht 6,35 säuerlich	6,66	riecht 6,49 säuerlich
14 „	isabell-6,11 farben	riecht 6,19+ säuerlich						
15 „		isabell-6,10 farben	weich und 6,40+ isabellfarb.					
16 „	6,25+	6,09			isabell-6,12 farben	6,09+		
17 „							riecht 6,49+ säuerlich	6,45
18 „	6,19+		6,31		6,02	isabell-5,84 farben		
20 „	weich und 5,75 klebrig							
22 „		6,01						
24 „					6,15+			
27 „						weich und 5,50+ klebrig		

Tabelle II.

Von der Leber des Ochsen VII (1½ Jahre alt) wird ein Stück im Kühlhaus (+3 bis +4° C) und ein anderes im Zimmer (+18 bis +21° C) aufbewahrt.

Zeit nach der Schlachtung	Aufbewahrungstemperatur: +3 bis +4° C	+18 bis +21° C
	pH-Werte	
1 Stunde	6,89	6,89
6 Stunden	6,78	6,75
1 Tag	6,79	6,59
2 Tage	6,61	6,53
3 "	6,61	6,33
4 "	6,56	riecht 5,68 säuerlich
6 "	6,59	5,69+
9 "	6,60	weich und 5,61+ klebrig
11 "	6,67+	5,57
16 "	5,67 weich und isabellfarben	

Tabelle III.

Von einem 1½ Jahre alten Rinde wird ein Leberstück bei +18 bis +21° C und ein anderes bei +37° C aufbewahrt.

Zeit nach der Schlachtung	Aufbewahrungstemperatur: +18 bis +21° C	+37° C
	pH-Wert	
2 Stunden	6,74	6,74
6 "	6,64	6,56
1 Tag	6,50	riecht säuerlich und hat 6,12 schmutzig gelbbraune Farbe
2 Tage	6,36	5,96 weich und klebrig

Tabelle IV.

Die Leber eines 1½ Jahre alten Rindes wird im Brutschrank (+37° C) gehalten.

Zeit nach der Schlachtung	pH-Wert
3 Stunden	6,75
30 "	5,36 riecht stark sauer, hat eine schmutziggelbbraune Farbe und weiche, klebrige Konsistenz

Versuchsergebnis: Der kurz nach der Schlachtung gemessene pH-Wert der Leber schwankt in den vorstehenden Versuchsreihen zwischen 6,62 und 7,01. Dabei scheint sich eine gewisse Abhängigkeit desselben vom Alter der Schlachttiere feststellen zu lassen; bei den jüngeren, bis 2½ Jahre alten Rindern, liegt er nämlich in allen angeführten Fällen über 6,73, während bei den älteren Tieren regelmäßig niedrigere Werte gemessen werden. Zur weiteren Klärung dieser Frage werden die Lebern mehrerer verschiedenaltriger Schlachttiere bald nach der Exenteration auf ihren Wasserstoffionengehalt geprüft. Die hierbei festgestellten Ergebnisse sind weiter unten zusammengestellt.

Bei einer Aufbewahrungstemperatur von +3 bis +4° C kann in sämtlichen fortlaufenden Untersuchungen während der ersten Tage eine merkliche Säuerung festgestellt werden, die gewöhnlich am 2. bis 4. Tage zum Stillstand kommt und im Folgenden als „Anfangssäuerung" bezeichnet wird. In den nächsten Tagen (5. bis 10.) schwankt die pH-Zahl nur wenig um einen gewissen Mittelwert. Dann setzt bei den Lebern gesunder Tiere gewöhnlich vom 10. bis 13. Tage ab ein starkes Abfallen der pH-Werte ein, so daß am 27. Tage einmal ein pH von 5,50 gemessen werden kann.

Diese in der vorliegenden Arbeit „Endsäuerung" genannte Veränderung ist bei den tuberkulösen Rindern nicht so stark ausgeprägt.

Zimmertemperatur beschleunigt die Säuerung derartig, daß schon nach einem Tage ein pH gefunden wird, das einmal bereits 0,30 und ein anderes Mal 0,24 unter dem 1 bzw. 2 Stunden post mortem ermittelten Werte liegt. Vom 4. Tage ab, an dem 5,68 erreicht ist, scheinen die pH-Zahlen sich allerdings nicht mehr wesentlich zu verändern.

Noch schneller sinkt der pH-Wert bei 37° C. Hier ist in Tabelle IV nach 30 Stunden pH 5,36 erreicht. Es sieht aus, als ob durch höhere Temperaturen die beiden beschriebenen Säuerungsvorgänge dichter aneinander rückten.

Die Ebersche Probe ist nur vorübergehend und dann schwach positiv. Sie ist an keine bestimmte Wasserstoffionenkonzentration gebunden. Wiewohl Ammoniak nach den Angaben von v. Ostertag auch durch die psychrophilen Aromabakterien gelegentlich erzeugt wird,

kann dieser Stoff hiernach also bei der „Endsäuerung" der Leber nicht oder nur in geringen Mengen frei werden. Es ist anzunehmen, daß er durch die entstehenden Säuren meist sofort gebunden wird.

Synchron mit der zunehmenden „Endsäuerung" tritt gewöhnlich eine Geruchs-, Farb- und Konsistenzveränderung des Parenchyms ein, und zwar wird es insgesamt weicher und isabellenfarben und nimmt einen säuerlichen Geruch an. Diese grobsinnlich feststellbaren Veränderungen ergreifen meist von einem Tag zum anderen das ganze Leberstück.

Da die sinnfälligen Merkmale uns frühzeitig genug die Säuerung der Leber anzeigen, hat die pH-Bestimmung nur für die zahlenmäßige Erfassung dieses Zersetzungsvorganges besondere Bedeutung.

aa) Ursache und Entstehung der „Anfangs- und Endsäuerung" der Leber.

Die „Anfangssäuerung", die von Claußen bei Schweinelebern zwar nicht festgestellt wird, aus den Angaben von Schlag aber als solche hervorgeht, ist wohl vorwiegend als Ausdruck eines fermentativen, autolytischen Kohlenhydrat-Abbauprozesses anzusprechen, der in allen Geweben und Organen, die diese chemischen Verbindungen in umsetzungsfähiger Form enthalten, unmittelbar post mortem vor sich geht. In seiner Ausweitung ist er von verschiedenen Faktoren abhängig, so unter anderem von der Fermentwirkung und damit auch der Temperatur sowie von dem überhaupt vorhandenen Kohlenwasserstoffvorrat.

Da in dieser Beziehung die bei Brutschranktemperatur (+37° C) aufbewahrte, stark glykogenhaltige Leber die günstigsten Bedingungen bietet, erhalten wir hier in kurzer Zeit Säuerungsgrade, die von anderen Organen zumal unter anderen Aufbewahrungsverhältnissen auch nicht annähernd erreicht werden.

Die bei +3 bis +4° C gehaltenen Lebern zeigen nach 2—4 Tagen vermutlich infolge Ausfalls des enzymatischen Faktors durch Temperaturschädigung einen plötzlichen Stillstand des Säuerungsvorganges. In der angeführten Literatur finden sich über die Genese der eigentlichen „Anfangssäuerung", deren Vorhandensein Claußen sicherlich nur deswegen nicht feststellte, weil die untersuchten, im Kühlhaus aufbewahrten Lebern ausschließlich aus Dänemark eingeführt wurden

und eine Erfassung ihrer ersten pH-Veränderungen dem Untersucher nicht möglich war, keine Angaben.

Über die Ursache der „Endsäuerung", die von allen Autoren als solche erkannt ist, herrschen, wie bereits gesagt, die widersprechendsten Meinungen. Es ist nicht ersichtlich, warum die Wirksamkeit des Enzyms, die am 3. Tage aussetzte, vom 13. Tage ab bei derselben Temperatur wieder in Erscheinung treten sollte (s. Claußen). Eher scheint deshalb die Ansicht von Bongert, Glage, Grüttner und v. Ostertag begründet, die dieses Abnehmen der pH-Werte auf die Einwirkung von Mikroorganismen zurückführen.

Im Folgenden soll versucht werden, für eine derartige Erklärung der postmortalen Säuerungsvorgänge in der Leber den Beweis zu erbringen.

1. Prüfung des Keimgehalts der Lebern nach verschieden langer Aufbewahrung **im Kühlraum.**

Vor dem Abimpfen wird jeweils der pH-Wert des betreffenden Leberstückes festgestellt. Ein Teil der Nährböden wird 48 Stunden im Brutschrank (+37° C) und ein anderer gleichlang bei Zimmertemperatur (+18 bis +21° C) gehalten. In der Übersicht sind lediglich die auf den Impfstrichen gewachsenen Kolonien berücksichtigt.

a) Leber von Kuh III:

Abgeimpft am 18. Tage nach der Schlachtung.

pH-Wert = 6,31.

Nach 48 stündiger Aufbewahrung im Brutschrank sind auf einer Agarplatte 7 kleine, runde, glasige Kolonien, grampositiver Kokken gewachsen.

Nach 48 stündiger Aufbewahrung im Zimmer sind auf einer Agarplatte zahlreiche große, runde, weißliche Kolonien gramnegativer, beweglicher, pleomorpher Stäbchen gewachsen.

b) Leber vom Bullen IV:

Abgeimpft am 18. Tage nach der Schlachtung.

pH-Wert = 6,02.

Agarplatten:

Brutschrank: Mehrere große, runde, weißliche Kolonien gramnegativer, beweglicher, pleomorpher Stäbchen und zahlreiche Kolonien grampositiver Kokken.

Zimmer: Impfstriche dicht bewachsen mit weißlichen Kolonien gramnegativer, beweglicher, pleomorpher Stäbchen.
Nach einiger Zeit läßt sich sowohl auf der bei Brutschranktemperatur wie auch auf der bei Zimmertemperatur gehaltenen Platte mit Hilfe des Eberschen Reagenz NH_3-Bildung nachweisen.

c) Leber von Kuh IV.

Abgeimpft am 13. Tage nach der Schlachtung.
pH-Wert = 6,35.
Brutschrank:
Agarplatte: Kein Wachstum.
Conradi-Drigalski-Platte: Kein Wachstum.
Zimmer:
Agarplatte: Zahlreiche weißliche Kolonien, gramnegativer, pleomorpher, beweglicher Stäbchen.
Conradi-Drigalski-Platte: Ebenfalls zahlreiche Kolonien gramnegativer, pleomorpher Stäbchen. Kein Farbumschlag.
Die beiden bei Zimmertemperatur gehaltenen Platten riechen aromatisch.

d) Leber einer 10 Jahre alten Fleckvieh-Kuh.

Abgeimpft am 7. Tage nach der Schlachtung.
pH-Wert 2 Stunden nach der Schlachtung: 6,53.
pH-Wert 7 Tage nach der Schlachtung: 6,46.
Brutschrank:
Agarplatte: Wenige Kolonien grampositiver Kokken.
Zimmer:
Agarplatte: Wenige Kolonien gramnegativer, pleomorpher, beweglicher Stäbchen.
Prüfung dieser Stäbchen auf anderen Nährböden:
Trypsin-Bouillon: Nach 48 stündiger Haltung bei Zimmertemperatur keine Indol-Bildung.
Conradi-Drigalski-Platte: Nach 3 tägiger Aufbewahrung bei Zimmertemperatur leichte Rotfärbung.
Nährbouillon (pH 6,5): Nach 48 stündiger Haltung bei Zimmertemperatur stark getrübt.
Nährbouillon (pH 7,5): Nach 48 stündigem Zimmeraufenthalt stark getrübt.

2. Prüfung des Keimgehaltes des bei **Zimmertemperatur** aufbewahrten Leberstückes vom Ochsen VII.

Abgeimpft am 4. Tage nach der Schlachtung.
pH-Wert = 5,68.
Brutschrank:

Nach 48 Stunden auf Agarplatte wenige kleine, runde, gelbe Kolonien grampositiver Sarzinen und mehrere kleine, runde, glasige Kolonien grampositiver Kokken.

Zimmer:

Nach 48 Stunden auf Agarplatte mehrere weißliche, runde Kolonien gramnegativer, pleomorpher, beweglicher Stäbchen.

3. Die Leber eines 1½ Jahre alten Rindes wird **kurz nach der Schlachtung** und nach **27stündigem Brutschrank**-Aufenthalt (+37° C) auf ihren Keimgehalt geprüft.

Abgeimpft 3 Stunden nach der Schlachtung.
pH-Wert = 6,75.

Conradi-Drigalski-Platte: Nach 48stündiger Bebrütung (+37° C) kein Wachstum.

Abgeimpft nach 27stündigem Brutschrankaufenthalt.
pH-Wert = 5,36.

Conradi-Drigalski-Platte: Nach 24stündiger Bebrütung mehrere kleine, runde, glasige Kolonien grampositiver Kokken. Kein Farbumschlag der Blauplatte.

Traubenzucker-Hochschichtagar: Keine Gasbildung.

4. Fortlaufende Untersuchung der bei **+3 bis +4° C** aufbewahrten Leber eines einjährigen Fleckvieh-Ochsen auf ihren pH-Wert und Keimgehalt.

Auch in diesem Versuch wird wiederum ein Teil der beimpften Nährböden bei Zimmertemperatur und ein anderer bei Brutschranktemperatur gehalten. Die Untersuchungsergebnisse sind aus der nachfolgenden Tabelle zu ersehen.

Zeit nach der Schlachtung	pH	Nb	Z	Keimwachstum auf den bei Zimmertemperatur gehaltenen Nb	Keimwachstum auf den im Brutschrank gehaltenen Nb
4 Std.	6,49	SA B CD LB	2 2 2 2	Kein Wachstum.	Kein Wachstum.
1 Tag	6,53				
2 Tage	6,59	SA B CD LB	2 2 2 2	Kein Wachstum.	Kein Wachstum.
4 Tage	6,50	SA B CD LB	2 2 2 2	SA: Nach 48 Std. auf dem Impfstrich 1 Kolonie gramnegativer, pleomorpher, bewegl. Stäbchen. CD: Nach 48 Std. auf den Impfstrichen 3 runde, weißliche Kolonien gramnegativ., pleomorph., beweglicher Stäbchen. Kein Farbumschlag. B u. LB: Kein Wachstum.	SA: Kein Wachstum. B: „ „ LB: „ „ CD: Eine kleine, runde, glasige Kolonie grampositiver Kokken. Kein Farbumschlag.
6 Tage	6,48	SA B CD LB	2 2 2 2	SA: Nach 48 Std. 2 Kolonien grampositiver Kokken, 3 Kolonien gramnegativer, pleomorph., beweglicher Stäbchen. CD: 1 Kolonie grampositiver Kokken. Kein Farbumschlag. B u. LB: Kein Wachstum.	Kein Wachstum.
8 Tage	6,46	SA B CD LB	2 2 2 2	SA: 25 peripher grauweißliche, zentral gelbliche Kolonien gramnegativer, beweglicher Stäbchen. B: Nach 48 Std. getrübt. Stäbchen wie oben. LB: Nach 48 Std. getrübt. Stäbchen wie oben. CD: Nach 48 Std. 45 peripher grauweißliche, zentral gelbliche Kolonien gramnegativer, pleomorpher, beweglicher Stäbchen. Kein Farbumschlag. Platte riecht aromatisch. Prüfung der auf CD gewachsenen Stäbchen auf verschiedenen Nb: Tr: Nach 24 Std. hellrot, geringe Gasbildung. S: Nach 24 Std. hellrot, geringe Gasbildung. B I: Nach 24 Std. hellrot, geringe Gasbildung. B II: Keine Farbänderung. TrB: Keine Indolbildung.	SA: Kein Wachstum LB: „ „ CD: 2 peripher grauweißliche, zentral gelbliche Kolonien, gramnegat., pleomorph., beweglicher Stäbchen. Kein Farbumschlag. B: Leicht getrübt. Stäbchen wie oben.

Zeit nach der Schlachtung	pH	Nb	Z	Keimwachstum auf den bei Zimmertemperatur gehaltenen Nb	Keimwachstum auf den im Brutschrank gehaltenen Nb
10 Tage	6,34	SA B CD LB	2 2 2 2	SA: Nach 48 Std. 41 runde, zentr. gelbliche, peripher grauweißliche Kolonien gramnegativer, pleomorpher, beweglicher Stäbchen. B: Nach 48 Std. getrübt, Stäbchen wie oben. LB: Nach 48 Std. getrübt, Stäbchen wie oben. CD: Nach 48 Std. 80 Kolonien wie oben. Kein Farbumschlag. Platte riecht aromatisch. Prüfung der auf CD gewachsenen Keime auf verschiedenen Nb: Tr: Nach 24 Std. hellrot, geringe Gasbildung. S: Nach 24 Std. hellrot, geringe Gasbildung. B I: Nach 24 Std. hellrot, geringe Gasbildung. B II: Kein Farbumschlag. TrB: Keine Indolbildung.	SA: Kein Wachstum. LB: " " CD: Nach 48 Std. 10 runde peripher grauweißl., zentral gelbl. Kolonien gramnegativer, pleomorpher, bewegl. Stäbchen. Kein Farbumschlag. Mit diesen Keimen wird eine 2. CD beimpft. Nach 24 stünd. Haltung dieser Platte bei Zimmertemp. sind die Impfstriche dicht bewachsen. Kein Farbumschlag. Platte riecht aromatisch. Prüfung der auf CD gewachsenen Keime auf: Tr: Nach 24 Stunden gerötet, geringe Gasbildung. S: Nach 24 Stunden gerötet, geringe Gasbildung. TrB: Keine Indolbildg. B: Nach 48 Std. leicht getrübt. Keime wie auf CD.
12 Tage	6,34	SA B HA CD	2 2 2 2	SA: Nach 48 Stunden zahlreiche runde, zentral gelbliche, peripher grauweißl. Kol. gramnegativer, pleomorpher, bewegl. Stäbchen. B: Nach 48 Std. getrübt, Stäbchen wie oben. HA: Gasbildung. CD: Nach 48 Std. zahlreiche runde Kolonien wie oben. Kein Farbumschlag, riecht aromatisch. Prüfung der auf CD gewachsenen Keime auf verschiedenen Nb. Tr u. S: Nach 24 Std. hellrot, geringe Gasbildung. B II: Nach 4 Tagen leichte Rötung.	SA: Nach 48 Std. 5 Kolonien grampositiv. Kokken und 8 Kolonien der oben beschriebenen gramnegativer Stäbchen. B: Nach 48 Std. leicht getrübt, Stäbchen wie oben. HA: Sehr schwache Gasbildung. CD: Nach 48 Std. 7 Kolonien grampos. Kokken und 32 Kolonien der gramnegativen Stäbchen. Prüfung der Stäbchen auf: Tr: Nach 24 stündigem Zimmeraufenthalt leichte Rötung des Nb.

Zeit nach der Schlachtung	pH	Nb	Z	Keimwachstum auf den bei Zimmertemperatur gehaltenen Nb	Keimwachstum auf den im Brutschrank gehaltenen Nb
14 Tage Leber ist isabellfarben und riecht säuerlich	6,27	SA B HA CD	2 2 2 2	SA: Nach 48 Std. dichter Rasen der gramnegativen Stäbchen. B: Nach 48 Std. stark getrübt. Gramnegative Stäbchen wie oben. Starke Gasbildung. HA: Gasbildung. CD: Nach 48 Std. Impfstriche dicht bewachsen mit Kolonien der gramnegativen Stäbchen, dazwischen einige Kokkenkolonien. Aromatischer Geruch. Prüfung der auf CD gewachsenen Stäbchen auf: Tr: Nach 24 Std. hellrot, Gasbildung. B I: Wie bei Tr. 3 B (pH 7,5, 7,0 und 6,5): Alle 3 Nb nach 24 Std. stark getrübt.	SA: Nach 48 Std. 20 Kolonien der gramnegativen Stäbchen. B: Nach 48 Std. leichte Trübung. Stäbchen wie oben. HA: Schwache Gasbildg. CD; Nach 48 Std. 91 Kol. der gramnegat. Stäbchen u. einige Kolonien grampositiver Kokken. Platte riecht aromatisch. Prüfung der auf CD gewachsenen Stäbchen auf: B I: Nach 48 Std. Rötung u. Gerinnung. B II: Nach 48 Std. kein Farbumschlag.
16 Tage	6,12				

Am 14. Tage wird eine weitere CD-Platte beimpft, die bei +3 bis +4° C gehalten wird. Nach 6 Tagen sind hierauf wenige runde, zentral gelbliche, peripher grauweißliche Kolonien der gramnegativen, pleomorphen, beweglichen Stäbchen zu sehen. Erst nach 10 Tagen sind die Impfstriche dicht bewachsen.

Erklärung der Abkürzungen:

B	= Nährbouillon;	LB	= Leberbouillon;
B I	= Barsiekow I: Nutrose-Traubenzucker-Lackmuslösung;	Nb	= beimpfte Nährböden;
		S	= Saccharose;
B II	= Barsiekow II: Nutrose-Milchzucker-Lackmuslösung;	SA	= Schrägagar;
		Tr	= Traubenzucker-Peptonw. m. Lackmuszusatz;
CD	= Conradi-Drigalski-Platte;		
HA	= Traubenzucker-Hochschichtagar;	TrB	= Trypsin-Bouillon;

Z = Zahl der beimpften Nährböden.

Ergebnis:

Es fällt auf, daß die in dem vorstehenden Versuch (4) untersuchte Leber eines einjährigen Fleckvieh-Ochsen bald nach der Schlachtung einen verhältnismäßig niedrigen pH-Wert aufweist. Sicherlich wird in diesem Falle die „Anfangssäuerung" schon vor der ersten Messung eingetreten sein.

Im übrigen geht aus den vorstehenden Untersuchungen hervor, daß die bei +3 bis +4° C aufbewahrte Leber bis zum Eintritt der „Endsäuerung" nur gering keimhaltig ist. Dann setzt neben einer geringgradigen Vermehrung der Kokken ein starkes Wachstum psychrophiler, beweglicher, gramnegativer, indolnegativer, pleomorpher Stäbchen ein, die zwar Milchzucker nicht oder wenigstens nur verzögert umbauen, dafür aber Traubenzucker, eines der Glykogen-Spaltungsprodukte, und Saccharose mit Vorliebe vergären. Das Anwachsen des Gehaltes an psychrophilen Keimen ist, wie aus den Untersuchungen hervorgeht, fast proportional der Zunahme der „Endsäuerung". Die genannten Mikroben gedeihen besonders gut bei einer Temperatur von +18 bis +21° C.

Die bei Brutschranktemperatur gewachsenen kulturell, morphologisch und tinktoriell ähnlich sich verhaltenden Stäbchen scheinen Variationsformen der vorhergenannten zu sein, denen sie auch in ihrem Gärungsgepräge gleichen. Doch muß betont werden, daß sie wesentlich langsamer die genannten Zucker umbauen.

An Kühlraumtemperatur (+3 bis +4° C) müssen sich die psychrophilen Keime allem Anschein nach erst anpassen. Sie vermehren sich hierbei auf den Nährböden, ebenso wie in der Leber, erst vom 8. Tage ab in stärkerem Ausmaße.

Durch verschiedene zwischen 6,5 und 7,5 gelegene pH-Werte der Nährböden wird die Vermehrungsfähigkeit dieser Mikroben nicht beeinflußt.

Meist produzieren sie aromatische Stoffe teilweise aber auch Ammoniak.

Weiterhin wird festgestellt, daß psychrophile Keime selbst unter anaëroben Bedingungen gedeihen können.

Nach den vorstehenden Untersuchungen kann die Anfangssäuerung der bei +3 bis +4° C aufbewahrten Leber als fermentativer Prozeß angesehen werden, während bei der „Endsäuerung" den Kleinlebewesen zumindest eine gewisse Bedeutung zugesprochen werden muß; sie kann deshalb mit Recht als „saure Gärung" bezeichnet werden.

In den im Brutschrank und bei Zimmertemperatur aufbewahrten Lebern steht die Säuerungszunahme in keinem Verhältnis zum Keimgehalt. Es dürfte sich also hier, wie schon vermutet, um einen vorwiegend fermentativen Vorgang handeln.

bb) Einfluß des Alters der Schlachttiere auf den pH-Wert der Leber.

Bereits bei der Besprechung der fortlaufenden pH-Bestimmungen ist auf gewisse Correlationen zwischen dem kurz nach der Schlachtung gemessenen pH-Wert der Leber und dem Alter der Schlachttiere hingewiesen worden. Im Folgenden soll nun bei einer Reihe von Lebern verschiedenaltriger Rinder diese Feststellung nachgeprüft werden.

Lfd. Nr.	Geschlecht	Alter in Jahren	Zeit nach der Schlachtung	pH-Wert
1	Bulle	1	2½ Stunden	6,88
2	Ochse	1½	2½ „	6,77
			1 Tag	6,56
3	Rind	1½	2 Stunden	6,80
4	Ochse	1½	2½ „	7,05
5	Rind	1½	2 „	6,74
6	Ochse	1½	1 Stunde	6,89
7	Rind	1½	2 Stunden	6,90
8	Rind	1½	6 „	7,01
9	Bulle	2	2 „	6,84
10	Rind	2	3 „	6,75
11	Kuh	2½	2½ „	6,89
12	Ochse	1	4 „	6,49
13	Ochse	2	2 „	6,68
14	Kuh	2½	2 „	6,58
15	Kuh	3½	2 „	6,62
16	Bulle	4	2 „	6,52
17	Kuh	5	1½ „	6,68
18	Kuh	7	2 „	6,49
19	Kuh	8	2 „	6,45
20	Kuh	8	2 „	6,72
21	Kuh	9	2 „	6,72
22	Kuh	10	2 „	6,62
23	Kuh	10	2 „	6,53
24	Kuh	10	3 „	6,57
25	Kuh	11	2½ „	6,51

Ergebnis:

Aus der vorstehenden Tabelle ist zu ersehen, daß die kurz nach der Schlachtung ermittelten pH-Werte der Lebern von unter 3 Jahre alten Rindern meist über und von älteren gewöhnlich unter 6,73 liegen.

Diese Erkenntnis steht im Einklang zu den erwähnten Feststellungen von P. T. Trowbridge und C. K. Francis, wonach der

Glykogen-Gehalt des genannten Organs, der die postmortale Säurebildung in besonders starkem Maße beeinflussen soll (n. N. Reil), bei 3 Jahre alten Rindern im allgemeinen höher ist als bei jüngeren. Man wird deshalb also auch bei der Leber älterer Tiere mit einer größeren Säuerungsbereitschaft kurz nach der Schlachtung rechnen dürfen.

Lediglich die bei Nr. 12, 13 und 14 gefundenen pH-Zahlen stehen im Widerspruch hierzu. Man darf jedoch nicht außer acht lassen, daß die Glykogen-Speicherung nicht die alleinige physiologische Aufgabe der Leber ist, sondern daß sie daneben, um eine andere in diesem Zusammenhang wichtige Funktion herauszugreifen, vor allem auch für die Regulierung des Kohlenhydratstoffwechsels zu sorgen hat. Aus diesem Grunde ist schon mit einem gewissen Schwanken der Werte, dessen Intensität von dem Vorhandensein und der Konstellation zahlreicher, in ihrer Gesamtheit kaum erfaßbarer Variationsfaktoren abhängig ist, zu rechnen. Die angeführten Correlationen zwischen Alter und pH-Wert sind deshalb immerhin „cum grano salis" zu betrachten.

III. Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration der Lymphknoten, der Nebenniere, Parotis und des Rückenmarks.

a) Besonderheiten der Methodik.

Um das Bild über das Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration in den einzelnen Teilen des Tierkörpers abzurunden und um eine Grundlage für etwaige spätere Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Prädisposition einzelner Gewebe zur Ansiedlung bestimmter Keime und pH-Zahl zu geben, werden im Nachstehenden Lymphknoten, Parotis, Nebenniere und Rückenmark mehrerer gesunder Rinder auf ihre pH-Werte geprüft.

Von dem zur Messung benutzten Lymphknoten-, Parotis- oder Nebennierenstück wird vorher nur eine dünne oberflächliche Schicht abgetragen. Beim Rückenmark werden lediglich Arachnoidea, Dura und Pia mater abgezogen. Das Untersuchungsmaterial wird im Kühlraum (+3 bis +4° C) aufbewahrt.

b) Wasserstoffionenkonzentration der Lymphknoten.

1. Von einem einjährigen, gut genährten, gesunden Vogelsberger Bullen, dessen Schlachtung 2 Tage nach der Anlieferung erfolgt, werden die Portal-Lymphknoten, die Leber und ein Dünndarm-Lymphknoten auf ihren pH-Wert untersucht.

Material	Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert
Portal-Ln.	2½ Stunden	6,76
Leber	2½ "	6,88
Dünndarm-Ln.	2½ "	6,84

2. Hinterer Mediastinal-Lymphknoten eines gut ausgeruhten und sehr gut genährten, 1½ Jahre alten, gesunden Fleckvieh-Ochsen.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert
2½ Stunden	6,79
1 Tag	6,72
2 Tage	6,67

3. Darmbeinlymphknoten einer 2½ Jahre alten, gutgenährten, rotbunten Niederungskuh, die 2 Tage nach der Anlieferung geschlachtet wird und keine pathologischen Veränderungen zeigt.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert
2½ Stunden	6,80
5½ "	6,79
10 "	6,75
1 Tag	6,68
2 Tage	6,50

4. Darmbeinlymphknoten einer gut ausgeruhten, schwarzbunten, elfjährigen Niederungskuh, die einen schlechten Ernährungszustand zeigt, aber keine pathologischen Veränderungen erkennen läßt.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert	
2½ Stunden	6,76	
2 Tage	6,70	
4 "	6,61	
6 "	6,62	
8 "	6,72	
10 "	6,78	
16 "	7,68	Ebersche Probe: + Ln. riecht faulig.

5. Darmbeinlymphknoten eines 3—4 Jahre alten, gut genährten, gesunden Fleckviehbullen, dessen Schlachtung 2 Tage nach der Anlieferung erfolgt.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert
2½ Stunden	6,85

Versuchsergebnis: Bald nach der Schlachtung zeigen die Lymphknoten einen durchschnittlichen pH-Wert von 6,80. Bis zum 4. Tage nehmen die Wasserstoffzahlen fortlaufend ab, um dann wieder anzusteigen. Bei einem faulen Lymphnoten wird ein pH von 7,68 gemessen. Die Wasserstoffionenkonzentration der Leber entspricht nicht der des regionären Lymphonodus.

c) Wasserstoffionenkonzentration der Nebenniere.

Durch die Abtragung der oberflächlichen Schichten kommen in den hierunter angeführten Versuchen fast ausschließlich Nebennierenmark-Bestandteile zur Untersuchung. Die Kleinheit dieser inkretorischen Drüse gestattet es nicht, fortlaufende pH-Bestimmungen vorzunehmen.

Angaben über die Schlachttiere, von denen Untersuchungsmaterial entnommen wird:

1. 1½ Jahre alter, sehr fetter Fleckviehochse;
2. 1 Jahr alter, gut genährter Vogelsberger Bulle;
3. 8 Jahre alte, mittelgutgenährte, rotbunte Niederungskuh;
4. 3 Jahre alter, gut genährter Vogelsberger Bulle.

Schlachttier	Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert
1	2½ Stunden	6,76
2	2½ „	6,79
3	2½ „	6,61
4	2 „	6,63

d) Wasserstoffionenkonzentration der Parotis.

1. Parotis eines einjährigen, sehr gut genährten, 2 Tage nach der Anlieferung geschlachteten Vogelsberger Bullen, bei dem keine pathologischen Veränderungen gefunden werden.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert
2½ Stunden	6,48
1 Tag	6,46

2. Ohrspeicheldrüse einer 11 Jahre alten, schwarzbunten, gut ausgeruhten und gut genährten Niederungskuh, bei der keine krankhaften Veränderungen festgestellt werden.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert
2½ Stunden	6,44
2 Tage	6,43

3. Parotis eines einjährigen, mäßig gut genährten, gesunden Fleckviehochsen, der 2 Tage nach der Anlieferung geschlachtet wird.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert
2½ Stunden	6,56
1 Tag	6,52
2 Tage	6,57

4. Ohrspeicheldrüse eines 3—4 Jahre alten, gut genährten, gesunden Fleckviehbullen, der gut ausgeruht zur Schlachtung kommt.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH-Wert	
2 Stunden	6,46	
2 Tage	6,49	
6 „	6,46	
10 „	6,66	
16 „	6,67	Ebersche Probe +

Versuchsergebnis: Die bald nach der Tötung der Schlachttiere in der Parotis ermittelte pH-Zahl liegt zwischen 6,44 und 6,56. Wesentlich ist, daß dieser Wert längere Zeit gehalten wird. Am 10. Tage kann ein merkbares Ansteigen beobachtet werden. Es fehlt also die bei den meisten bisher untersuchten Organen festgestellte, bald nach der Schlachtung einsetzende Säuerung; es ist möglich, daß auch hier, wie bei der Niere, die Alkalität des Drüsenerzeugnisses eine Rolle spielt.

e) Wasserstoffionenkonzentration des Rückenmarks.

1. Brustmark eines in gutem Ernährungszustande befindlichen, gesunden, 1½ jährigen Fleckviehochsen, der gut ausgeruht zur Schlachtung kommt.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH = Wert
2½ Stunden	6,48
1 Tag	6,50
2 Tage	6,51

2. Brustmark eines gut ausgeruhten, gesunden, etwa 3½ Jahre alten Fleckviehbullen, der einen sehr guten Ernährungszustand aufweist.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH = Wert	
2½ Stunden	6,42	
2 Tage	6,45	
4 „	6,46	
6 „	6,50	
16 „	6,55	Ebersche Probe schwach positiv.

3. Lendenmark von einem einjährigen, gut genährten, 2 Tage nach der Einlieferung geschlachteten Vogelsberger Bullen, bei dem keine pathologischen Veränderungen festgestellt werden.

Zeit der Messung uach der Schlachtung	pH = Wert
2½ Stunden	6,50
1 Tag	6,52
2 Tage	6,51

4. Lendenmark einer gut ausgeruhten, schlecht genährten, 11 Jahre alten, schwarzbunten Niederungskuh, die keine krankhaften Veränderungen zeigt.

Zeit der Messung nach der Schlachtung	pH = Wert
2½ Stunden	6,45
2 Tage	6,48
6 „	6,46
8 „	6,61
10 „	6,68

Versuchsergebnis: $2^{1}/_{2}$ Stunden nach der Tötung der Schlachttiere wird beim Rückenmark durchschnittlich ein pH von 6,46 gemessen. Ebenso wie bei der Parotis hält sich hier die pH-Zahl längere Zeit auf derselben Höhe. Nach 6–8 Tagen steigen die Werte langsam an. Das Ausbleiben des postmortalen Säuerungsvorganges dürfte beim Rückenmark auf das Fehlen der Kohlenhydrate zurückzuführen sein.

D. Zusammenfassung und Auswertung der Versuchsergebnisse.

1. Extraktherstellung.

Wie aus den Vorversuchen hervorgeht, muß man bei der Herstellung der Extrakte die Organ-Wasser-Gemische zwecks Erlangung einer möglichst vollständigen Dissoziation im allgemeinen mindestens eine kurze Zeit schütteln, da reine Standauszüge die Wasserstoffionenkonzentrations-Verhältnisse des Untersuchungsmaterials mit Ausnahme der Herzmuskulatur nicht richtig zum Ausdruck bringen. Die Länge der Schüttel- und Absetzzeit hat keinen wesentlichen Einfluß auf die Wasserstoffzahl der Extrakte. Ebenso wie beim Muskelfleisch (Lenfeld, Dohnal und Vácha) ändert auch bei den Organen die verschiedene Extraktverdünnung das Ergebnis der pH-Messungen nicht. In der vorliegenden Arbeit wird jedoch in Analogie zu der von Keller vorgeschlagenen und von Krieger, Magsaam, und Jungclaus benutzten Methode ausschließlich ein Material-Wassergemisch von 3 : 30 g bzw. 2 : 20 g verwandt, daß nach 20 Sekunden langem kräftigem Durchschütteln und anschließendem kurzem Absetzenlassen filtriert wird.

2. Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration bei den im Kühlraum (+3 bis +4° C) aufbewahrten Organen gesunder Rinder.

a) Herz:

Bis zur Erreichung der tiefsten Säuerung, die bei pH 6,00 bis 6,23 zu finden ist, können bei der Herzmuskulatur 5 Tage vergehen. Vom Zeitpunkt der tiefsten Säuerung ab liegen die pH-Werte einige Tage zwischen 6,00 und 6,34. Vor dem Positivwerden der Eberschen Probe steigen sie dann fortschreitend an. Aus einem Vergleich mit dem von Krieger bei der Skelett-Muskulatur des Rindes gefundenen Verhalten der H-Konzentration ist zu ersehen, daß beide Arten der quergestreiften Muskulatur zwar einerseits die niedrigste pH-Zahl ver-

hältnismäßig spät (nach 4 bzw. 5 Tagen) erreichen können, daß aber andererseits die Herzmuskulatur weiterhin keinen derartig intermittierenden Verlauf der pH-Kurve wie die Skelett-Muskulatur zeigt, sondern nach 6—8 Tagen eine fortschreitende Abnahme der Säuerung erkennen läßt.

b) Lunge:

Bei der Lunge werden kurz nach der Schlachtung verhältnismäßig hohe über 7,00 gelegene pH-Werte gemessen. In Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen von Schlag wird in diesem Organ die niedrigste pH-Zahl (6,65—6,81) erst 5—9 Tage nach der Tötung der Schlachttiere gefunden. Da nach Erreichung dieses Grenzwertes die Säuerung wieder fortschreitend abnimmt, nähert sich die Form der sich ergebenden pH-Kurve einer nach oben geöffneten Parabel.

c) Milz:

Auch die Milzen gesunder Rinder säuern innerhalb der ersten Tage post mortem: ihre pH-Zahlen fallen nämlich von 6,60 bis 6,85 auf 6,48 bis 6,70. Hierauf hält sich die Wasserstoffionenkonzentration einige Zeit auf durchschnittlich derselben Höhe. Bevor die Ebersche Probe ein positives Ergebnis zeigt, steigen die Werte wieder an. Jedoch muß darauf hingewiesen werden, daß die bei beginnender Verderbnis dieses Organs angetroffenen pH-Zahlen je nach der Größe der kurz nach der Schlachtung ermittelten H-Konzentration zwischen 6,61 und 6,94 variieren. Daher kann bei der Milz von Rind I, die bald post mortem ein pH von 6,64 hat, ein nach 12 Tagen gemessener pH-Wert von 6,61 Fäulnis anzeigen, während bei Ochse VII mit einem Anfangswert von 6,85 die nach 6 Tagen gefundene pH-Zahl von 6,71 noch für volle Genußtauglichkeit des Organs spricht.

d) Niere:

Frisch exenterierte Rindernieren haben durchschnittlich einen pH-Wert von 6,69. Bei den postmortalen H-Jonenkonzentrations-Veränderungen zeigt die Niere insofern ein gegenüber den bisher besprochenen Organen abweichendes Verhalten, als bei einem Teil der Untersuchungen (Bulle V und Kuh VI) eine anfängliche Säuerung nicht festgestellt werden kann. Für diesen Umstand dürften sicherlich die Menge und der pH-Wert des alkalischen Rinderharnes verantwortlich sein, da durch ihn die etwa entstehenden sauren Valenzen

neutralisiert werden können. Erst während der Fäulnis steigen die pH-Zahlen, die sich vom 4. Tage ab bis dahin im allgemeinen auf derselben Höhe (6,54 bis 6,75) halten, wieder an. Doch werden nie derartig hohe Werte gemessen wie bei Herz, Lunge und Milz.

Auch Schlag stellt bei einer Kälberniere kurz nach der Schlachtung eine Säuerung und vom 7. Tage ab ein Ansteigen der Wasserstoffzahl fest, während Claußen zu dem Ergebnis kommt, daß Schweinenieren selbst im Stadium der Fäulnis den bald nach der Tötung des Tieres gefundenen pH-Wert ziemlich konstant beibehalten.

e) Leber:

Der kurz nach der Schlachtung gemessene pH-Wert der Leber liegt in den meisten Fällen bei unter 3 Jahre alten Rindern über und bei älteren unter 6,73; diese Erkenntnis wird durch die in der Literatur (P. T. Trowbridge und C. K. Francis) gefundenen Angaben über den Glykogengehalt des genannten Organs bei verschiedenaltrigen Tieren gestützt.

Bei der Beobachtung des Verhaltens der H-Jonenkonzentration in der Leber fällt auf, daß hier genau so wie beim Herzen, bei der Lunge, der Milz und manchmal auch bei der Niere kurz nach der Schlachtung ein Säuerungsvorgang, die „Anfangssäuerung", einsetzt, der nach 2—4 Tagen bei einem pH von 6,46 bis 6,70 zum Stehen kommt. Im weiteren Verlauf der Zersetzung tritt dann, nachdem die pH-Zahl einige Zeit auf ungefähr gleicher Höhe lag (6,44 bis 6,73), gewöhnlich vom 10. bis 13. Tage ab ein zweiter starker Säuerungsprozeß, die „Endsäuerung" auf, bei der einmal nach 27 Tagen pH 5,50 erreicht wird.

Im Gegensatz zu den Angaben von Claußen, der die eigentliche „Anfangssäuerung" nicht feststellt und die „Endsäuerung" für das Ergebnis eines rein enzymatischen Umsetzungsvorganges hält, wird in den vorliegenden Untersuchungen der Beweis erbracht, daß bei Kühlhausaufbewahrung zwischen einer vorwiegend fermentativen „Anfangssäuerung" und einer fast ausschließlich bakteriellen, durch psychrophile Keime bedingten „Endsäuerung" unterschieden werden muß. Die sinnfälligen Geruchs- und Farbveränderungen setzen gewöhnlich gleichzeitig mit dem zuletzt angeführten Absinken der pH-Werte ein. Die Ebersche Probe ist wegen der Bindung des Ammoniaks an die entstehenden Säuren nur vorübergehend und dann schwach positiv.

3. Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration bei den im Kühlraum (+3 bis +4° C) aufbewahrten Organen zweier tuberkulöser Kühe.

Bei den Herzen der beiden tuberkulösen Tiere kann ein merkliches Ansteigen der pH-Werte erst am 17. Tage beobachtet werden, während derselbe Vorgang bei den gesunden Tieren in viel stärkerem Maße vom 6. bis 8. Tage ab einsetzt. Dementsprechend wird auch die Ebersche Probe bei den Herzen der kranken Rinder bedeutend später positiv. Ihre Milzen säuern bald nach der Schlachtung nicht oder nur sehr schwach; während die Wasserstoffionenkonzentration ihrer Nieren sich nicht wesentlich anders verhält als bei gesunden Rindern.

Bemerkenswert ist, daß in den Lebern der beiden tuberkulösen Tiere die „Endsäuerung" nicht so stark ausgeprägt ist wie in denen der gesunden. Wenn man nun aus den Angaben von Reil über die Bedeutung der Kohlenhydrate für die Säuerung der Gewebe einen Rückschluß auf den Gehalt der Leber und des Herzens der beiden tuberkulösen Rinder an diesen chemischen Verbindungen ziehen darf, dann kommt man zu der Erkenntnis, daß bei den genannten Tieren anscheinend in der Leber in Anbetracht der geringen „Endsäuerung" der Kohlenwasserstoffgehalt abgenommen hat und in dem Herzen, das ja den niedrigen pH-Wert verhältnismäßig lange hält, gestiegen ist. Es müßte demnach, wohl um die bei derartigen schweren pathologischen Veränderungen erforderliche Leistungssteigerung des Herzens zu sichern, eine teilweise Verschiebung der Kohlenhydratvorräte von der Leber zum Herzen stattgefunden haben. Zur endgültigen Klärung dieser Verhältnisse wären jedoch zahlreiche planmäßige Untersuchungen erforderlich.

4. Einfluß der Temperatur auf das Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration der Organe.

Unter dem Einfluß der Zimmertemperatur (+18 bis +21° C) kommt es in Herz, Lunge und Milz zu einem wesentlich schnelleren Ablauf der geschilderten H-Konzentrationsveränderungen als bei Kühlhausaufbewahrung. Bei der Niere wird in dem vorliegenden Falle (Ochse VII) dagegen nur das Ansteigen der pH-Werte beschleunigt.

Brutschrank und Zimmertemperatur fördern die Säuerungsvorgänge in der Leber dergestalt, daß zwischen einer eigentlichen „Anfangs-

und Endsäuerung" gar nicht mehr unterschieden werden kann, sondern die pH-Zahlen bereits innerhalb von 1—4 Tagen in beinahe gradlinig fortschreitendem Absinken Werte erreichen, die unter pH 6,00 liegen. Allem Anschein nach ist die schnelle und starke Säuerung vorwiegend auf eine Verstärkung der Fermentwirksamkeit durch die günstigeren Temperaturen zurückzuführen.

5. Auswertung der Untersuchungsergebnisse für die Nahrungsmittelkontrolle.

Herzen gesunder Rinder, die einige Zeit aufbewahrt wurden, befinden sich bei einem pH-Wert von 6,40 im Stadium der beginnenden Fäulnis.

Bei Lungen gesunder Rinder, die mindestens 7 Tage im Kühlraum gehalten wurden und einen pH-Wert von 6,90 zeigen, setzt die Fäulnis ein.

Eine pH-Zahl von über 6,75 spricht bei der Milz nach längerer Aufbewahruug im allgemeinen dafür, daß das Organ als Nahrungsmittel nicht mehr zu gebrauchen ist. Gelegentlich haben aber auch niedrigere pH-Größen als Grenzwert zu gelten.

Für die beginnende Fäulnis kann man bei der Niere keinen bestimmten pH-Wert angeben. Nieren mit einer pH-Zahl von 6,95 sind jedoch immer von der Verwertung als Nahrungsmittel auszuschließen.

Bei der Beurteiluug der Lebern in der Nahrungsmittelkontrolle ist zu beachten, daß dieses Organ wegen des hohen Kohlenhydratgehaltes nicht in eine alkalische, sondern in eine saure Zersetzungsform, die „saure Gärung", übergeht. Wenn auch die dabei mitwirkenden Mikroben sowie die entstehenden Zersetzungsprodukte nach den Angaben verschiedener Autoren nicht geeignet sind, die menschliche Gesundheit zu schädigen, so ist das Lebensmittel in diesem Zustand wegen der grobsinnlich feststellbaren Veränderungen zumindest doch als verdorben anzusehen. Da die Geruchs- und Farbabweichungen fast zu gleicher Zeit wie das Abnehmen der pH-Werte beobachtet werden, kann der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration lediglich eine gewisse praktische Bedeutung für die quantitative Erfassung des Säuerungsvorganges zukommen. Dabei ist es ratsam, alle Lebern ge-

sunder Rinder mit einem pH-Wert von 6,30 von vornherein als verdorben zu bezeichnen.

6. Wasserstoffionenkonzentration der Lymphknoten, der Nebennieren, der Parotis und des Rückenmarks.

Kurz nach der Schlachtung haben bei gesunden Rindern

die verschiedenen Lymphknoten einen durchschnittlichen pH-Wert von 6,80,

die Nebennieren eine zwischen 6,61 und 6,73 gelegene pH-Zahl,

die Ohrspeicheldrüsen eine Wasserstoffionenkonzentration, die zwischen pH 6,44 und 6,56 liegt und

das Rückenmark im Durchschnitt ein pH von 6,46.

Während in den vorliegenden Untersuchungen die Lymphknoten bis zum 4. Tage ein deutliches Abnehmen und anschließend ein Wiederansteigen der pH-Werte zeigen, kann bei der Parotis und beim Rückenmark keine Säuerung festgestellt werden. Bei der Ohrspeicheldrüse dürfte dieses eigenartige Verhalten auf das Vorhandensein des alkalischen Speichels und beim Rückenmark auf das Fehlen der Kohlenhydrate zurückzuführen sein.

Die Untersuchungsergebnisse bei Leber und Rückenmark bestätigen demnach die Angaben von N. Reil über die Bedeutung der Kohlenhydrate bei den postmortalen Zersetzungsprozessen in den tierischen Geweben.

E. Schlußsätze.

1. Reine Standextrakte aus Herzmuskulatur zeigen dieselben pH-Werte wie Schüttelextrakte.
2. Bei Lunge, Milz, Niere und Leber sind lediglich die Ergebnisse der Schüttelextrakt-Messungen zu verwerten.
3. Die Länge der Schüttel- und Absetzzeit sowie der Verdünnungsgrad haben keinen wesentlichen Einfluß auf den Ausfall der pH-Messungen.
4. Unmittelbar nach der Schlachtung haben Herz, Milz und Niere eine schwach saure Reaktion. Die Lunge reagiert dagegen zu diesem Zeitpunkt neutral bis schwach alkalisch.
5. In der Leber liegen die bald nach der Tötung der Schlachttiere gemessenen pH-Werte bei über 3 Jahre alten Rindern meist unter und bei jüngeren gewöhnlich über 6,73.
6. Nach der Schlachtung setzt in Herz, Lunge, Milz und Leber gesunder Rinder ein Säuerungsvorgang ein, der bei Kühlhausaufbewahrung der Organe im Herzen nach 5, in der Lunge nach 9, in der Milz nach 3 und in der Leber nach 4 Tagen manchmal erst zum Stillstand kommt. Bei der Niere fehlt in einigen Fällen dieses Absinken der pH-Werte.
7. In Herz, Lunge, Milz und Niere werden bei weiterer kühler Aufbewahrung (+3 bis +4° C) die pH-Zahlen nach einer gewissen Zeit wieder größer.
8. Die Leber läßt statt dessen ein zweites Absinken der pH-Werte, die „Endsäuerung“, erkennen.
9. Die kurz nach der Schlachtung einsetzende „Anfangssäuerung“ der Leber ist ein vorwiegend fermentativer, die „Endsäuerung“ ein bakterieller Prozeß.
10. Im Vergleich zu den gesunden Tieren steigen die pH-Werte der Herzmuskulatur von 2 stark tuberkulösen Kühen später und langsamer an. In ihrer Leber ist die „Endsäuerung“ wenig ausgeprägt. Ihre Milz säuert nach der Schlachtung nicht oder nur geringgradig.

11. Durch Haltung bei Zimmertemperatur (+18 bis +21° C) wird der Ablauf der beschriebenen H-Jonenkonzentrations-Veränderungen in Herz, Lunge, Milz und Leber beschleunigt. In der Niere kann nur ein schnelleres Abnehmen der Säuerung beobachtet werden. Bei +18 bis +21° C und +37° C aufbewahrte Lebern erreichen die unter 6,00 gelegenen pH-Werte nicht mehr wie bei Kühlhaustemperatur im Verlauf von 2 getrennten, sondern in bedeutend kürzerer Zeit nach einem Säuerungsprozeß.
12. Als Grenzwert für den Beginn der Fäulnis ist bei der Herzmuskulatur ein pH von 6,40 und bei der Lunge ein pH von 6,90 anzusehen. Doch müssen dabei der Gesundheitszustand der Schlachttiere sowie Aufbewahrungstemperatur und -zeit berücksichtigt werden.
13. Milz, die einen pH-Wert von 6,75 hat, wird bald in Fäulnis übergehen oder befindet sich schon in diesem Zersetzungsprozeß. Voraussetzung für diese Feststellung ist, daß das Organ bereits längere Zeit aufbewahrt wurde.
14. Bei der Leber ist die „Endsäuerung" frühzeitig auch grobsinnlich wahrnehmbar. Die pH-Messung erleichtert jedoch die Feststellung des Zersetzungsgrades. Lebern gesunder Rinder mit einem unter 6,30 gelegenen pH-Wert sind in jedem Fall als verdorben zu bezeichnen.
15. Unmittelbar nach der Schlachtung liegt der pH-Wert
    der Lymphknoten durchschnittlich bei 6,80,
    der Nebennieren zwischen 6,61 und 6,73,
    der Parotis zwischen 6,44 und 6,56
    und des Rückenmarkes durchschnittlich bei 6,46.

    Die Lymphknoten lassen in den ersten Tagen nach der Schlachtung eine deutliche Säuerung erkennen, Parotis und Rückenmark nicht.
16. Der Kohlenhydratgehalt der Gewebe hat einen besonderen Einfluß auf die postmortalen H-Jonenkonzentrations-Veränderungen.

Herrn Schlachthofdirektor Dozent Dr. med. vet. habil. Hugo Keller danke ich für die Überlassung der Arbeit und die mir jederzeit gewährte Unterstützung.

F. Schrifttum.

1. Andrjewski: Praktische Methoden zum Nachweis der Bakterienvermehrung im Fleisch und zur Erkennung vergiftungsgefährlichen Fleisches. Zeitschr. f. Infekt.-Krankh. d. Haust. 1928, Bd. 32, S. 89.
2. Bleckmann: Die Wasserstoffionenkonzentration — pH — der Reh- und Hasenmuskulatur und die Bedeutung dieser Größe für die Wildbretuntersuchung. J. D. Gießen 1936.
3. Bömer, Juckenack u. Tillmans: Handbuch der Lebensmittelchemie. Bd. III, Berlin 1936, Verl. Jul. Springer.
4. Bongert: Veterinäre Lebensmittelüberwachung. Berlin 1930, Verlag R. Schoetz.
5. Claußen: Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration in Leber und Niere. Zeitschr. f. Infekt.-Krankh. d. Haust. 1933, Bd. 43, S. 126,
6. Döring: Die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration von not- und krankgeschlachteten Rindern unter Berücksichtigung ihrer Verwendung für die Beurteilung der Haltbarkeit des Fleisches. J. D. Berlin 1937.
7. Ellenberger u. Scheunert: Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugetiere. Berlin 1925, Verl. P. Parey.
8. Fooy: Messung der Wasserstoffionenkonzentration und das Verderben von Fleisch. J. D. Utrecht 1930, Ref. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1932, S. 161.
9. Derselbe: Hat die Wasserstoffionenkonzentration Einfluß auf den Keimgehalt des Fleisches? Tijdschr. v. Diergk. Bd. 59, S. 719, 1932. Ref. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1933, S. 258.
10. Geiger: Zur Bewertung der Wasserstoffionenkonzentration (pH) für die Untersuchung animalischer Lebensmittel und Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration in Rindereutern. J. D. Gießen 1936.
11. Grüttner: Über die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration als Hilfsmittel für die Beurteilung des Fleisches. Zeitschr. f. Infekt.-Krankh. d. Haust. 1929, Bd. 36, S. 287.
12. Derselbe: Fleischbeschau u. Haltbarkeit des Fleisches. B. T. W. 1929, S. 220.
13. Derselbe: Über die Fäulnis beim Frischfleisch. D. S. Z. 1931, S. 387 u. 1932, S. 1.
14. Hökl: Über die Wasserstoffionenkonzentration im Hinblick auf ihren Wert bei der praktischen Fleischbeurteilung. D. S. Z. 1932, S. 269.
15. Hof: Die Tenazität des Maul- und Klauenseuchevirus in der Skelettmuskulatur von Meerschweinchen unter Berücksichtigung der Wasserstoffionenkonzentration. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1935, S. 169.

16. Jungclaus: Zur Bewertung der Wasserstoffionenkonzentration für die Beurteilung des Fleisches notgeschlachteter Rinder und Schweine. J. D. Gießen 1937.
17. Keller: Über die Rolle des Bindegewebes bei der pH-Bestimmung des Fleisches. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhyg. 1936, S. 189.
18. Derselbe: Zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration in Rinder- und Schweinemuskulatur mittels Methylrot-Indikatorfolien. D. S. Z. 1936, S. 281.
19. Derselbe: Schüttelextrakte für die pH-Untersuchung von Fleisch, eine Vereinfachung der Methodik. D. S. Z. 1937, S. 131.
20. Krieger: Zur Bewertung der Wasserstoffionenkonzentration für die Untersuchung des Rindfleisches auf Grund elektrometrischer Messungen. J. D. Gießen 1937.
21. Lenfeld: Untersuchung und Beurteilung des Fleisches bei Notschlachtungen. Zeitschr. f. Infekt.-Krankh. d. Haust. 1929, Bd. 35, S. 303.
22. Derselbe: Zur Charakteristik der postmortalen Veränderungen des Fleisches gesunder, kranker und verendeter Tiere. Zeitschr. f. Infekt.-Krankh. d. Haust. 1929, Bd. 36, S. 44.
23. Magsaam: Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration des Schweinefleisches und ihre Bedeutung für die Fleischuntersuchung, auf Grund elektrometricher Messungen. J. D. Gießen 1937.
24. Makaritscheff: Der Versuch einer biochemischen Fleischuntersuchung nach der Methode von Andrjewski. Zeitschr. f. Infekt.-Krankh. d. Haust. 1930, Bd. 37, S. 52.
25. Derselbe: Die Wirkung niederer Temperaturen auf chemofermentative Prozesse ungereiften Fleisches. B. T. W. 1931, Bd. 41, S. 523.
26. Meßner: Über den Nachweis der beginnenden Fleischfäulnis in der praktischen Lebensmittelkontrolle. (Prager Arch. f. Tiermed. VII, A, 1928), Ref. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhyg. 1928, Bd. 39, S. 69.
27. v. Ostertag: Lehrbuch der Schlachtvieh- und Fleischbeschau. Stuttgart 1932, Verl. Ferd. Enke.
28. van Oyen: Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration, pH, des Fleischextraktes und die Bedeutung dieser Größe für die Beurteilung des Fleisches. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhyg. 1933, S. 429 u. S. 449.
29. Postma: pH-Bestimmung in Fleischsäften. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhyg. 1934, S. 182 u. 206.
30. Postolka: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Fleischhygiene. Wien und Leipzig 1922, Verlagsbuchhandlung Wilhelm Braumüller.
31. Schlag: Untersuchungen über den Einfluß der Kurzwellendurchflutung auf die Wasserstoffionenkonzentration in tierischen Geweben. J. D. Gießen 1936.
32. Schönberg: Die Untersuchung von Tieren stammender Lebensmittel. Berlin 1932, Verl. R. Schoetz.

33. Schönberg: Die Bedeutung der neuen Anlage 4 zu den BBA. Gleichzeitig einige Bemerkungen zur Beurteilung notgeschlachteter Tiere unter Verwertung der pH-Messung im Fleisch. B. T. W. 1936, S. 159.
34. Scholemann: Untersuchungen über die Verwendbarkeit der pH-Bestimmung zur Beurteilung der Haltbarkeit des Fleisches in der Fleischbeschau. J. D. Hannover 1936.
35. Schoon: Kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration in Fleischextrakten und der Wert dieser Bestimmung für die Beurteilung des Fleisches kranker Tiere. (J. D. Utrecht 1931), Ref. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1931, S. 445.
36. Walkiewicz: Eine einfache Methode zum Nachweis der Fleischfäulnis. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhyg. 1936, S. 171.
37. Wewer: Über die Wasserstoffionenkonzentration in der Muskulatur von 400 Schlachtschweinen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Veränderung bei transportmüden und kranken Schweinen. J. D. Hannover 1937.

Lebenslauf.

Am 9. März 1912 wurde ich, Werner Schäfer, als Sohn des Obersteuerinspektors Wilhelm Schäfer und seiner Ehefrau Margarete, geb. Buchloh, in Wanne-Eickel geboren. Vom 6. bis 10. Lebensjahre besuchte ich die Volksschule in meinem Geburtsorte und von Ostern 1922 ab das „Staatliche Landesgymnasium" zu Korbach, wo am 10. März 1931 meine Schulzeit mit dem Bestehen der Reifeprüfung ihren Abschluß fand. Anschließend arbeitete ich 1 Jahr lang in einem Korbacher Baugeschäft und studierte dann ab Sommersemester 1932 Veterinärmedizin an der Universität Gießen. Unterbrochen wurde mein Studium durch eine einjährige, freiwillige Dienstzeit (28. Okt. 1934 bis 12. Okt. 1935) bei der 1. Komp. J.-R. Potsdam. Die tierärztliche Vorprüfung bestand ich am 9. März 1934 und das tierärztliche Fachexamen am 27. Nov. 1937 in Gießen. Meine dreimonatige Ausbildung in der Schlachtvieh- und Fleischbeschau erhielt ich ebendort am „Städtischen Schlachthof". Seit dem Bestehen des Fachexamens bin ich als Assistent am „Veterinärhygienischen und Tierseuchen-Institut" der Universität Gießen beschäftigt.